Área que clasifica. -Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental

Identificación del documento. -Versión pública del presente estudio en materia de impacto ambiental.

Partes clasificadas.- Nombre, correo electrónico, teléfono(s), domicilio, RFC, CURP, fotografías, firmas concernientes a las personas físicas identificadas e identificables, diversas al promovente o su representante legal.

Fundamento Legal. - La clasificación de la información confidencial se realiza con fundamento en el artículo 115 segundo párrafo de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Razones. - Por tratarse de datos personales concernientes a una persona física identificada o identificable.

Firma del titular.- Julio César García Vergara

Fecha y número del acta de la sesión del Comité donde se aprobó la versión pública.– Resolución **ACTA_15_2026_SIPOT_2T_2026_ART 67_FVI,** en la sesión celebrada el 17 de Julio del 2026.

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

I DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL. 2

I.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO 2

I.1.1 NOMBRE DEL TRÁMITE 2
I.1.1.1 NOMBRE DEL PROYECTO. 2
I.1.2 UBICACIÓN (DIRECCIÓN) DEL PROYECTO. 2
1.1.3 DURACIÓN DEL PROYECTO. 8

I.2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE 8

I.2.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL. 8
I.2.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE. 8
I.2.3 NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL. EN SU CASO, ANEXAR COPIA CERTIFICADA DEL PODER CORRESPONDIENTE 8
I.2.4 DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE O DE SU REPRESENTANTE LEGAL PARA RECIBIR U OÍR NOTIFICACIONES. 8
I.2.5. DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO. 10
I.2.6 NOMBRE DEL CONSULTOR QUE ELABORÓ EL ESTUDIO. 6

INDICE DE TABLAS

Tabla I. 1. Descripción del proyecto. 6
Tabla I. 2 Coordenadas de la estructura del puente 6
Tabla I. 3 Coordenadas del eje del puente 6
Tabla I. 4 Datos del responsable Técnico. 10

INDICE DE IMÁGENES

Imagen I. 1. Ubicación del proyecto en varios órdenes de gobierno 6
Imagen I. 2. Vista Satelital del Proyecto 6
Imagen I. 3 Vista topográfica la zona del proyecto. 10
Imagen I. 4. Sitio del Proyecto 7
Imagen I. 5. Localización de las oficinas de la SICT, CDMX 9
Imagen I. 6 Centro SCT Oaxaca 9

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

I.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO

I.1.1 NOMBRE DEL TRÁMITE

Recepción, evaluación y resolución de la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad particular:

I.1.1.1 NOMBRE DEL PROYECTO.

Puente vehicular ubicado en el km 12+616, sobre el camino Santo Domingo Yodohino – San Andrés Dinicuiti, con una longitud aproximada de 30.0 m, más accesos, ubicado en el estado de Oaxaca.

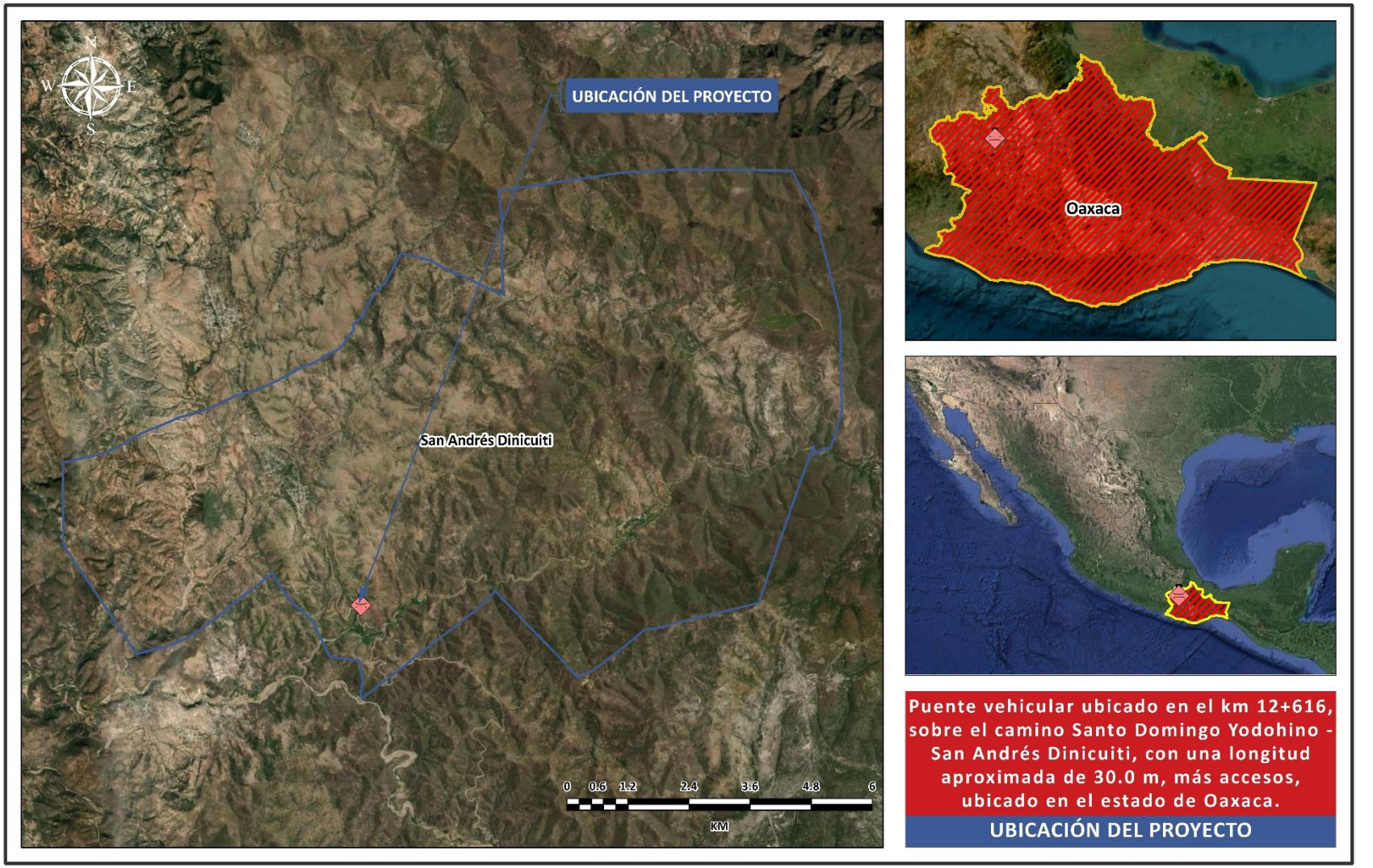
I.1.2 UBICACIÓN (DIRECCIÓN) DEL PROYECTO.

El proyecto: Puente vehicular ubicado en el km 12+616, sobre el camino Santo Domingo Yodohino – San Andrés Dinicuiti, con una longitud aproximada de 30.0 m, más accesos, ubicado en el estado de Oaxaca., como su nombre lo indica se desarrolla en el Estado de Oaxaca, del cual se menciona lo siguiente: Se encuentra al suroeste de la República Mexicana, quedando comprendido entre los paralelos 15º39' y 18º42' de latitud norte y entre los meridianos 93º52' y 98º32' de longitud oeste. El estado de Oaxaca limita al norte con el estado de Puebla y Veracruz, al sur con el Océano Pacifico, al este con Chiapas y al oeste con Guerrero. Tiene una superficie de 95,364 km^2, cifra que representa el 4.8% del total del territorio de la República Mexicana. De manera específica el presente proyecto se localiza en el municipio de San Andrés Dinicuiti

- San Andrés Dinicuiti: Entre los paralelos 17°39’ y 17°45’ de latitud norte; los meridianos 97°37’ y 97°47’ de longitud oeste; altitud entre 1 500 y 2 500 m. Colinda al norte con los municipios de Santiago Cacaloxtepec, Santiago Huajolotitlán y Villa de Tamazulápam del Progreso; al este con los municipios de Villa de Tamazulápam del Progreso y Villa de Chilapa de Díaz; al sur con los municipios de Villa de Chilapa de Díaz, Santo Domingo Yodohino y Tezoatlán de Segura y Luna; al oeste con los municipios de Tezoatlán de Segura y Luna y Santiago Cacaloxtepec. Ocupa el 0.11% de la superficie del estado.

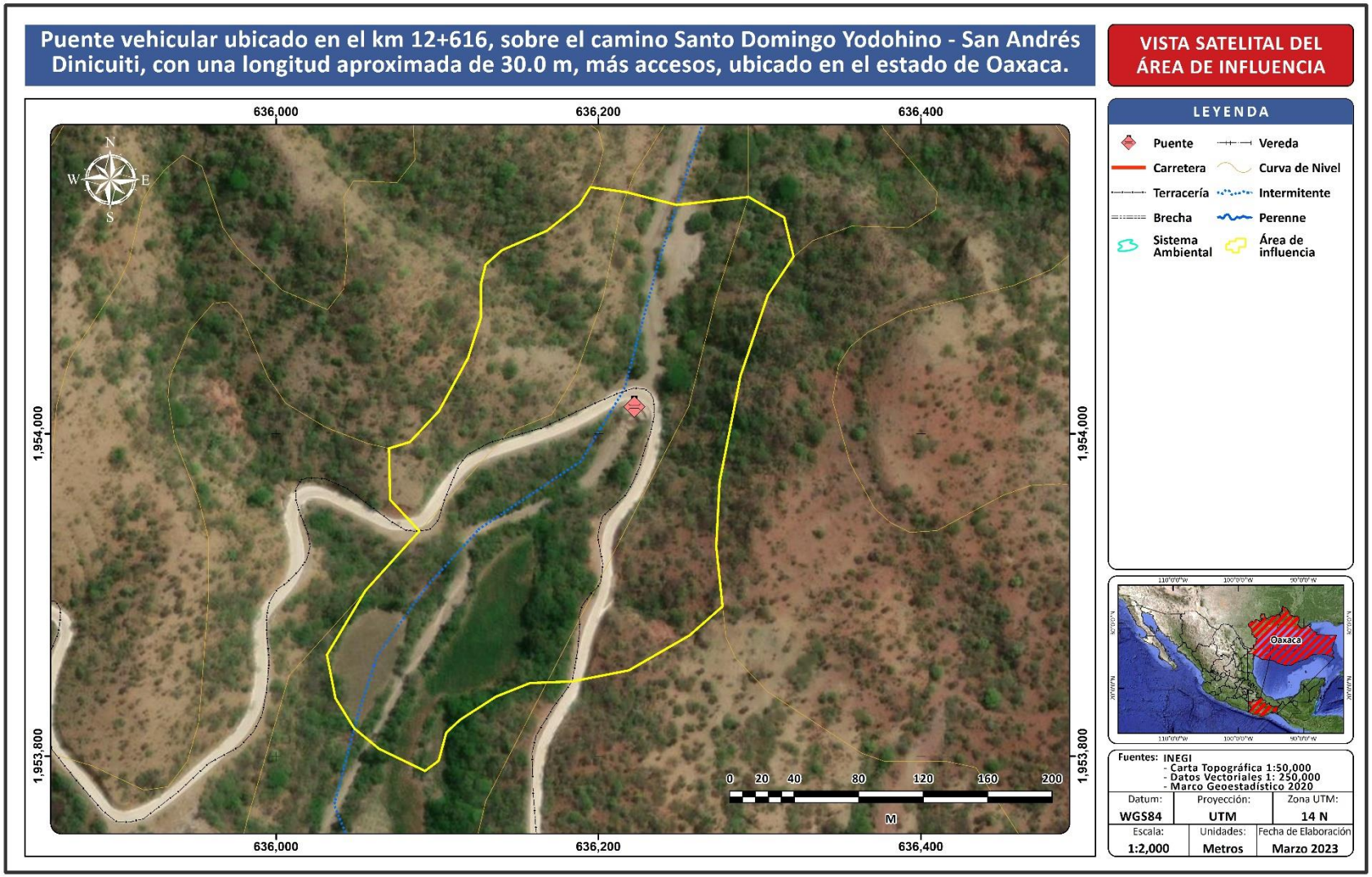
En la siguiente imagen se muestra la localización del proyecto.

Imagen I. 1. Ubicación del proyecto en varios órdenes de gobierno



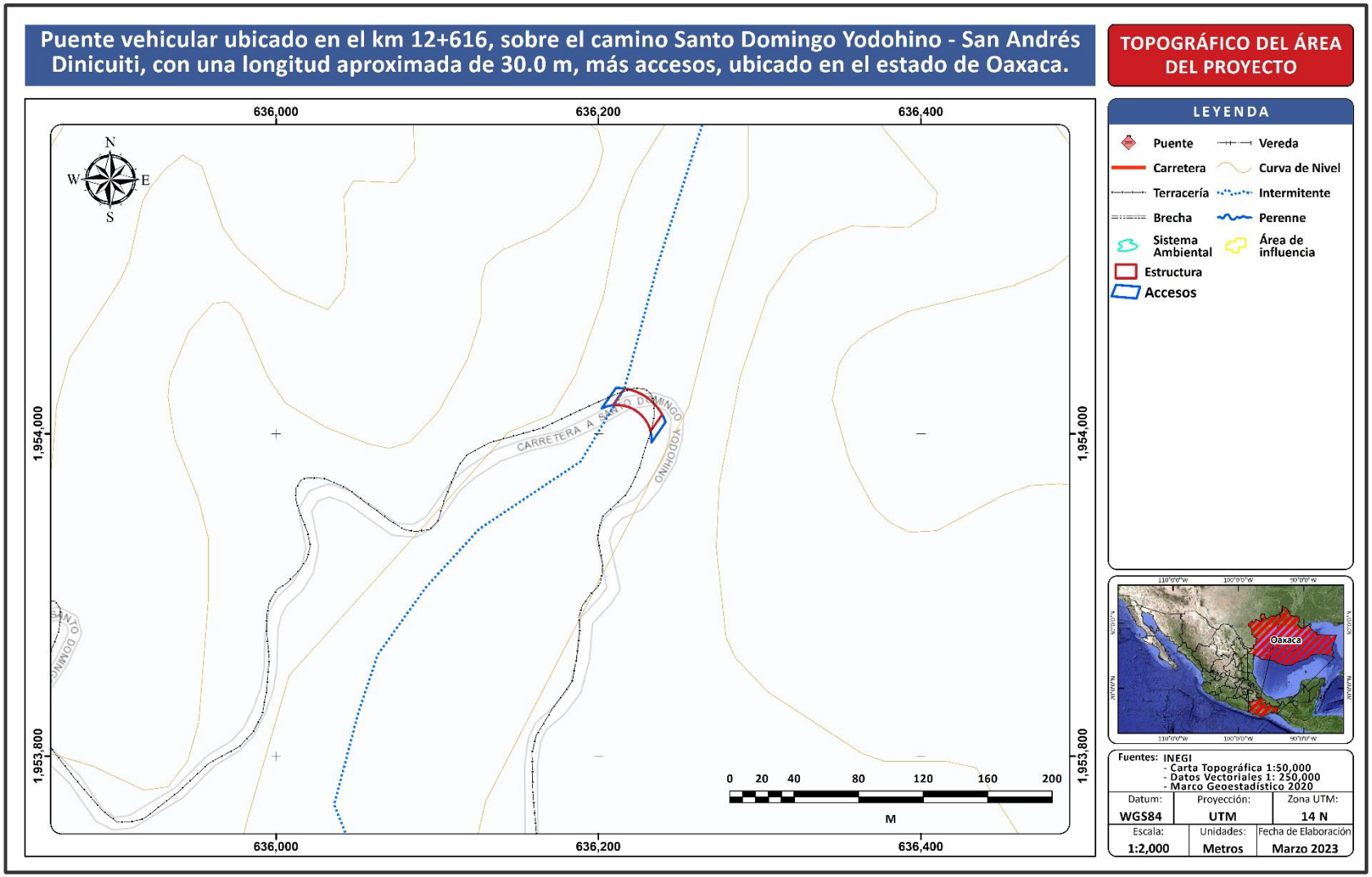
Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

Imagen I. 2. Vista Satelital del Proyecto



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

Imagen I. 3 Vista topográfica la zona del proyecto.



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

El proyecto consiste en la construcción de un puente para librar las aguas del Río "Sin Nombre", la estructura tiene una longitud de 30 metros y cuenta con dos claros de 15.23 metros, adicionalmente se consideran accesos por cada lado del proyecto, el acceso 1 (noroeste) comunica con el municipio de San Andrés Dinicuiti, tiene una longitud de 5.84 metros, y el acceso 2 (sureste) que comunicará con la cabecera municipal de Santo Domingo Yodohino, tiene una longitud de 5.84 metros, la longitud total del proyecto es de 41.68 metros, a continuación, se presenta el diagrama del proyecto.

Tabla I. 1. Descripción del proyecto.

Acceso 1 (noroeste)		Estructura		Acceso 2 (sureste)	
5.84 metros		30.00 metros		5.84 metros	
12+586.05	12+591.89	12+591.89	12+621.89	12+621.89	12+627.73

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

Tabla I. 2 **Coordenadas de la estructura del puente**

Vértice	UTM Zona 14N		Geográficas	
	Coord. X	Coord. Y	Longitud	Latitud
1	636,208.91	1,954,017.78	-97° 42' 56.903"	17° 40' 8.036"
2	636,216.06	1,954,028.16	-97° 42' 56.658"	17° 40' 8.372"
3	636,239.42	1,954,012.06	-97° 42' 55.869"	17° 40' 7.843"
4	636,232.25	1,954,001.65	-97° 42' 56.115"	17° 40' 7.506"

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

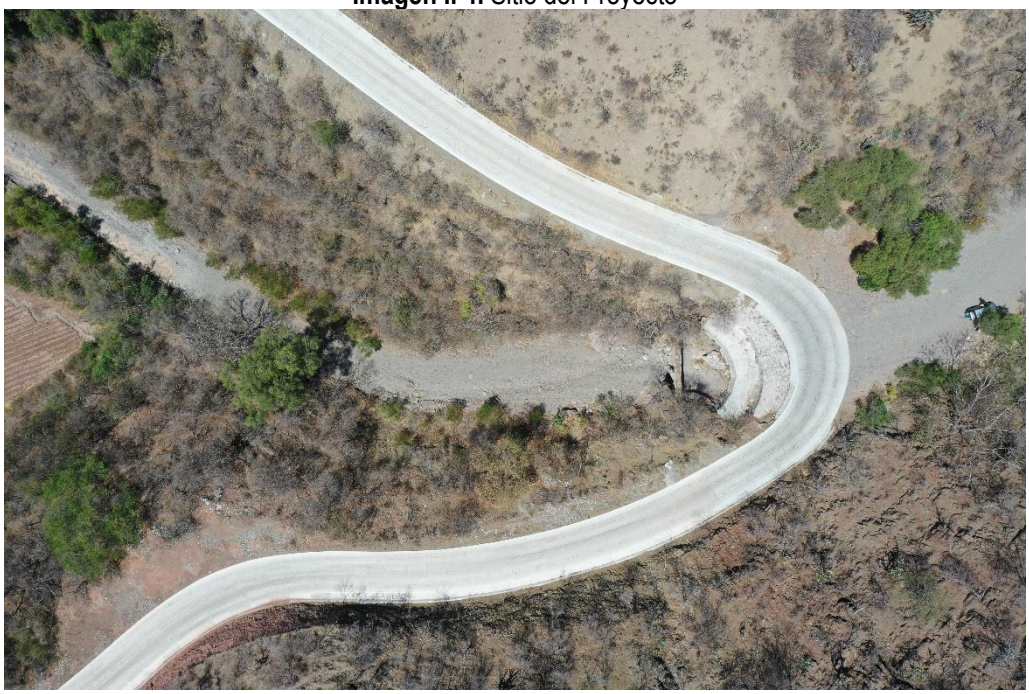
El proyecto: **Puente vehicular ubicado en el km 12+616, sobre el camino Santo Domingo Yodohino - San Andrés Dinicuiti, con una longitud aproximada de 30.0 m, más accesos, ubicado en el estado de Oaxaca**, como se mencionó anteriormente se trata de un proyecto que incluye la estructura del puente, así como los accesos, en la siguiente tabla se muestran las coordenadas del eje del proyecto.

Tabla I. 3 COORDENADAS DEL EJE DEL PUENTE

Cadenamiento	UTM Zona 14N		Geográficas	
	Coord. X	Coord. Y	Longitud	Latitud
12+586.05	363,206.26	1,954,021.92	-97° 42' 56.992"	17° 40' 8.171"
12+591.89	636,212.06	1,954,022.42	-97° 42' 56.795"	17° 40' 8.186"
12+600	636,220.01	1,954,020.95	-97° 42' 56.526"	17° 40' 8.137"
12+620	636,234.64	1,954,008.05	-97° 42' 56.032"	17° 40' 7.714"
12+621.89	636,235.43	1,954,006.33	-97° 42' 56.006"	17° 40' 7.658"
12+627.73	636,237.03	1,954,000.72	-97° 42' 55.953"	17° 40' 7.475"

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

Imagen I. 4. Sitio del Proyecto



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

1.1.3 DURACIÓN DEL PROYECTO.

El proyecto se pretende construir en un periodo de 6 años, la vida útil del mismo es de 50 años aproximadamente, aunque con las adecuadas medidas de prevención y mantenimiento se espera que la vida útil del proyecto se alargue indefinidamente.

I.2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

I.2.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
Dirección General de Carreteras.
Centro SCT Oaxaca

I.2.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE.

[redacted]

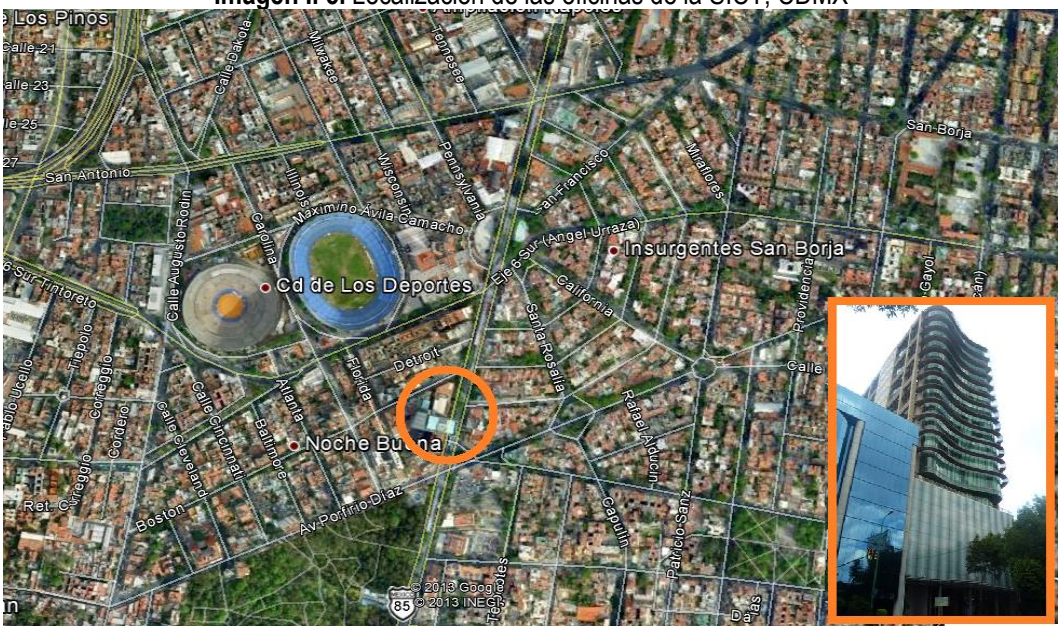
I.2.3 NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL. EN SU CASO, ANEXAR COPIA CERTIFICADA DEL PODER CORRESPONDIENTE.

El Representante legal es el Ing. José Luis Chida Pardo, quien funge como director del Centro SCT Oaxaca, en los anexos se presenta copia simple de su identificación y nombramiento, así como originales para cotejo

I.2.4 DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE O DE SU REPRESENTANTE LEGAL PARA RECIBIR U OÍR NOTIFICACIONES.

La dirección para recibir notificaciones es: Av. Insurgentes Sur No. 1089, Colonia Nochebuena, Alcaldía Benito Juárez, C.P. 03720, Ciudad de México, así como en el Centro SICT Oaxaca es: En el Estado de Oaxaca es Centro SCT Oaxaca es: Carretera Cristóbal Colon Km 6.5 tramo Oaxaca- Istmo, Col. Del Bosque CP. 68100, Oaxaca, Oaxaca, las siguientes imágenes se muestra la localización de los sitios para notificaciones.

Imagen I. 5. Localización de las oficinas de la SICT, CDMX



Fuente: Google Earth

Imagen I. 6 Centro SCT Oaxaca



Fuente: Google Maps

I.2.5. DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO.

[redacted]

I.2.6 NOMBRE DEL CONSULTOR QUE ELABORÓ EL ESTUDIO.

El nombre de la empresa responsable de realizar el proyecto: Puente vehicular ubicado en el km 12+616, sobre el camino Santo Domingo Yodohino – San Andrés Dinicuiti, con una longitud aproximada de 30.0 m, más accesos, ubicado en el estado de Oaxaca. Es la empresa Servicio Especializados en Consultoría en Impacto y Riesgo Ambiente SA de CV, el responsable técnico es el Biol. Julio Alejandro Sánchez Mayen. La cedula profesional del responsable técnico se muestra a continuación:

Tabla I. 4 Datos del responsable Técnico.

1	Participante Técnico	Biólogo Julio Alejandro Sánchez Mayen
2	CURP:	[redacted]
3	Cédula de Licenciatura:	5406370

[redacted]

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

ÍNDICE

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 4
II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO 4
II.1.1 NATURALEZA DEL PROYECTO, PLAN O PROGRAMA 4
II.1.2 SELECCIÓN DEL SITIO 10
II.1.3 UBICACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO Y PLANOS DE LOCALIZACIÓN 12
II.1.4 INVERSIÓN REQUERIDA 16
II.1.5 DIMENSIONES DEL PROYECTO 23
II.1.6 ESTUDIO HIDROLÓGICO DEL PROYECTO 32
II.2 CARACTERISTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO 47
II.2.1 PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO 52
II.2.2 PREPARACIÓN DEL SITIO 54
II.2.3 DESCRIPCIÓN DE OBRAS Y ACTIVIDADES PROVISIONALES DEL PROYECTO 55
II.2.4 ETAPA DE CONSTRUCCIÓN 57
II.2.5 ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO 63
II.2.6 OTROS INSUMOS 66
II.2.7 SUSTANCIAS PELIGROSAS 67
II.2.8 DESCRIPCIÓN DE OBRAS ASOCIADAS AL PROYECTO 68
II.2.9 ETAPA DE ABANDONO DEL SITIO 68
II.2.10 UTILIZACIÓN DE EXPLOSIVOS 69
II.2.11 GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES A LA ATMOSFERA 69
II.2.12 INFRAESTRUCTURA PARA EL MANEJO Y LA DISPOSICIÓN ADECUADA DE LOS RESIDUOS 71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II. 1 Descripción del proyecto 14
Tabla II. 2 Coordenadas de la estructura del puente 15
Tabla II. 3 Coordenadas del eje del puente 15
Tabla II. 4 Presupuesto de la obra 17
Tabla II. 5 Presupuesto de la obra por etapas 23
Tabla II. 6 Características del puente 24
Tabla II. 7 Características de los accesos 24
Tabla II. 8 Clasificación de Ven Te Chow 34
Tabla II. 9 Método de Taylor & Schwartz 35
Tabla II. 10 Tiempo de observación para diseño de carreteras 36
Tabla II. 11 Tiempo de duración 37
Tabla II. 12 Selección del número de escurrimiento η 42
Tabla II. 13 Resultado del método de Ven Te Chow 44
Tabla II. 14 Resultados del método hidrograma unitario triangular 45

Tabla II. 15 Resumen de gastos obtenidos por métodos racional americano, hidrograma unitario triangular y Ven Te Chow 46
Tabla II. 16 Especificaciones del proyecto 47
Tabla II. 17 Superficies de ocupación del proyecto 48
Tabla II. 18 Superficies de ocupación de los caballetes del proyecto 49
Tabla II. 19 Superficies de afectación ..... **¡Error! Marcador no definido.**
Tabla II. 20 Superficies de ocupación en la zona federal 51
Tabla II. 21 Programa de actividades de la obra 53
Tabla II. 22 Materiales requeridos por etapas 66
Tabla II. 23 Requerimiento de combustibles 66
Tabla II. 24 Clasificación del CRETIB de acuerdo con el tipo de residuos 67
Tabla II. 25 Especificaciones del proyecto 70

ÍNDICE DE IMAGENES

Imagen II. 1 Localización del puente proyectado 10
Imagen II. 2 Localización del puente proyectado 11
Imagen II. 3 Ubicación del puente proyectada en distintos órdenes de gobierno 12
Imagen II. 4 Ubicación del puente proyectado 13
Imagen II. 5 Topográfico del puente proyectado 13
Imagen II. 6 Representación gráfica de la estructura del proyecto 14
Imagen II. 7 Sección lateral del puente 24
Imagen II. 8 Accesos del puente 25
Imagen II. 9 Planta del puente 26
Imagen II. 10 Delimitación de subcuenca con SIATL. 33
Imagen II. 11 Delimitación de subcuenca con cartas topográficas 34
Imagen II. 12 Pendiente del cauce 35
Imagen II. 13 Isoyetas SCT del estado de Oaxaca 37
Imagen II. 13 Tiempo de duración 38
Imagen II. 14 Uso de suelo 40
Imagen II. 15 Diagrama triangular unitario 45
Imagen II. 16 Diagrama triangular unitario para el área del proyecto 46
Imagen II. 17 Ejemplo de la sección transversal de la estructura 47
Imagen II. 18 Caballetes y pilas del proyecto 49
Imagen II. 19 Superficies de afectación del proyecto 50
Imagen II. 20 Superficies de ocupación en la zona federal 51
Imagen II. 21 Condiciones del camino existente 55
Imagen II. 23 Esquema de plataforma y colado de pilas 58
Imagen II. 24 Esquema de cimentación de pilas y cabezales 59
Imagen II. 25 Trazo de la estructura y fabricación de trabes 60
Imagen II. 26 Montaje de trabes 62
Imagen II. 27 riego de liga sobre calzada del puente 63

ÍNDICE DE FOTOGRÁFICAS

Fotografía II. 1 Estructura del puente actual 15
Fotografía II. 2 Vista de la zona del proyecto con el cruce del río “sin nombre” (aguas abajo) 29
Fotografía II. 3 Vista de la zona del proyecto con el cruce del río “Grande” (aguas arriba) 30
Fotografía II. 4 Vista de la zona de acceso Noroeste 30
Fotografía II. 5 Vista de la zona de acceso sureste 31
Fotografía II. 6 Obra de drenaje actual 31
Fotografía II. 7 Zona propuesta para almacenes, bodegas y talleres 56

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

II.1.1 NATURALEZA DEL PROYECTO, PLAN O PROGRAMA

La Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes, a través del centro SCT Oaxaca, tiene contemplada, la construcción del: **Puente vehicular ubicado en el km 12+616, sobre el camino Santo Domingo Yodohino - San Andrés Dinicuiti, con una longitud aproximada de 30.0 m, más accesos, ubicado en el estado de Oaxaca,** se trata de una estructura con características especificadas por la SICT para puentes vehiculares; con dos claros de 14.40 metros, para un ancho de calzada de 8.6 m y un ancho total de 10.60 m, además se considera la modernización de sus dos accesos, dicha estructura permitirá el paso a dos vehículos a la vez.

Lo anterior con el objetivo de continuar con el desarrollo económico dentro de esta región, con la inclusión de una red de puentes y caminos, con mejores especificaciones técnicas, ofreciendo una rápida y segura conectividad a los Municipios Santo Domingo Yodohino y San Andrés Dinicuiti con la Ciudad de Huajuapan de León; así mismo será una vía segura y cómoda para el usuario que transita por la zona, reduciendo su tiempo de recorrido.

En primer lugar, se vinculó con la Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal (**LCPAF**) [Publicada el día 22 de diciembre de 1993, en el Diario Oficial de la Federación (**DOF**), y con la última reforma el día 18 de junio de 2018.] con el objetivo clasificar el proyecto, se aplicaron de acuerdo con los artículos 1°,2°, fracciones I, incisos b) y c), V y XVI, y 3°, que a la letra señalan.

> *"**Artículo 1o.** La presente ley tiene por objeto regular la construcción, operación, explotación, conservación y mantenimiento de los caminos y puentes a que se refieren las fracciones I y V del Artículo siguiente, los cuales constituyen vías generales de comunicación; así como los servicios de autotransporte federal que en ellos operan, sus servicios auxiliares y el tránsito en dichas vías.*
>
> ***Artículo 2o.** Para los efectos de esta Ley, se entenderá por:*
>
> ***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, y*
>
> *b) Internacionales: Los construidos por la Federación; con fondos federales o mediante concesión federal por particulares, estados o municipios sobre las corrientes o vías generales de comunicación que formen parte de las líneas divisorias internacionales. […]"*
>
> ***XVI. Vías generales de comunicación:** Los caminos y puentes tal como se definen en el presente artículo.*
>
> ***Artículo 3o**. Son parte de las vías generales de comunicación los terrenos necesarios para el derecho de vía, las obras, construcciones y demás bienes y accesorios que integran las mismas […]".*

Conforme a lo expuesto en el Artículo 1 se considera lo siguiente; el presente proyecto puede ser regulado en lo referente a la construcción, operación, explotación, conservación y mantenimiento por la LCPAF al ser un puente.

De la misma para el Artículo 2, se considera un puente de carácter nacional al ser construido con fondos federales, así como para salvar obstáculos topográficos, de manera más precisa se consideró al "Río sin nombre" un obstáculo topográfico como se muestra en las siguiente imágenes, secciones y perfiles topográficos obtenidos en la visita técnica de campo para la elaboración del presente estudio.

FOTOGRAFÍA II. 1 VISTA DE LA ZONA DEL PROYECTO CON EL CRUCE DEL RÍO "SIN NOMBRE" (AGUAS ABAJO)



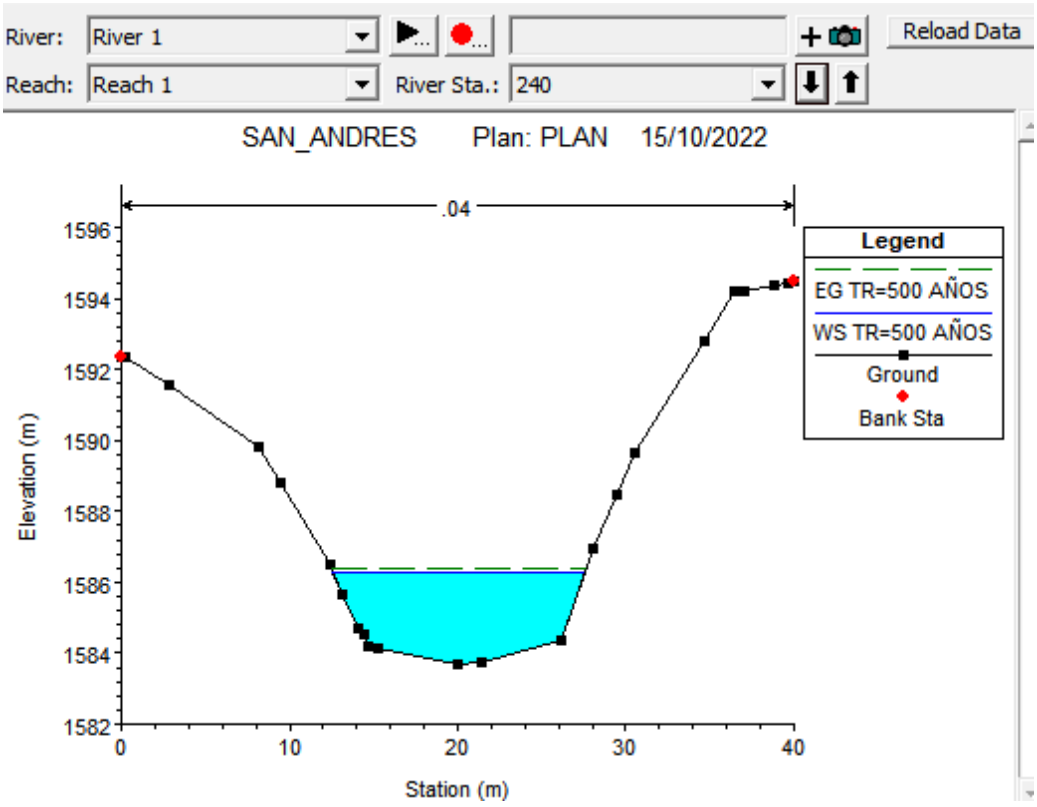
Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

FOTOGRAFÍA II. 2 VISTA DE LA ZONA DEL PROYECTO CON EL CRUCE DEL RÍO "SIN NOMBRE" (AGUAS ARRIBA)



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

IMAGEN II. 1 SECCIÓN TRANSVERSAL DEL CAUCE DONDE SE ESTABLECERÁ EL PROYECTO.



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

Siguiendo este orden de ideas, donde la infraestructura a construir cumple con el concepto establecido para PUENTE de carácter federal, se confirma que también es una ***vía general de comunicación*** tal como se señala en el Artículo 2, fracción XVI y 3, que a la letra menciona:

> ***Artículo 2o.*** *Para los efectos de esta Ley, se entenderá por:*
> ***XVI. Vías generales de comunicación:*** *Los caminos y puentes tal como se definen en el presente artículo.*
>
> ***Artículo 3o****. Son parte de las* ***vías generales de comunicación*** *los terrenos necesarios para el derecho de vía, las obras, construcciones y demás bienes y accesorios que integran las mismas […]".*

De igual manera se consideraron los artículos 28, primer párrafo, de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiental (**LGEEPA**); y 5, del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (**RLGEEPAMEIA**) donde se señalan las obras y actividades que deben someterse al Procedimiento de Evaluación en materia de Impacto Ambiental (**PEIA**) que realiza esta Secretaría para obtener la autorización en la materia, los cuales a la letra dice:

> ***LGEEPA.***
> *"ARTÍCULO 28.- … 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; …".*
>
> ***RLGEEPAMEIA.***
>
> *"Artículo 5o.- 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,* ***puentes****… vías férreas…, que afecten áreas naturales protegidas o con vegetación forestal, selvas, vegetación de zonas áridas, ecosistemas costeros o de humedales y cuerpos de agua nacionales, con excepción de: …".*

Por lo que, la presente MIA-P en cumplimiento al presente apartado, solicitó la evaluación en materia de Impacto Ambiental.

Igualmente se revisaron, los artículos 9, 10, y 11, del **RLGEEPAMEIA**, donde se señalan las modalidades existentes y los casos en que deben presentarse una u otra, por lo que se procedió a vincular con los artículos siguientes:

> *Artículo 9o.- Los promoventes deberán* ***presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda****, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización.*
> *Artículo 10.-* ***Las manifestaciones de impacto ambiental deberán presentarse en las siguientes modalidades:***
>
> *I. Regional, o*
> *II. Particular.*

Artículo 11.- Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de:

I. Parques industriales y acuícolas, granjas acuícolas de más de 500 hectáreas, carreteras y vías férreas, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos que alteren las cuencas hidrológicas; …".
II. Un conjunto de obras o actividades que se encuentren incluidas en un plan o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que sea sometido a consideración de la Secretaría en los términos previstos por el artículo 22 de este reglamento;
III. Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada, y
IV. Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que, por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

En los demás casos, la manifestación deberá presentarse en la modalidad particular.

Finalmente, el presente proyecto cumple con la normativa para la infraestructura del transporte de la SICT en su norma N·PRY·CAR·6·01·001/01 para diseño de puentes que a la letra establece:

E. EJECUCIÓN DEL PROYECTO

E.4. ELABORACIÓN DEL PROYECTO

Con base en el anteproyecto aprobado por la Secretaría o, en su defecto, en el tipo y las características que la misma establezca para la estructura por proyectar, y considerando toda la información a que se refiere la Cláusula D., revisada y analizada conforme a lo indicado en la Fracción E.1. de esta Norma, se elaborará el proyecto mediante la ejecución de la ingeniería de detalle necesaria para diseñar, geométrica y estructuralmente, todos los elementos de la estructura que integren su cimentación, subestructura y superestructura; así como las ***obras secundarias que sean necesarias, tales como guarniciones, banquetas, parapetos, defensas, medianas, losas de aproximación, aleros y terraplenes de acceso en cuarenta (40) metros antes y después de la estructura****, entre otras; en su caso, los sistema para la protección contra la corrosión que alargue la vida de la estructura, las obras de drenaje y subdrenaje que protejan las terracerías y las obras inducidas que deba ejecutar el Contratista de Obras. En la elaboración del proyecto, además de lo indicado en el Inciso D.1.8. de la Norma N·LEG·2,*

Ejecución de estudios, Proyectos y Consultorías, se tomará en cuenta lo siguiente: …

E.4.3 Obras secundarias

Se diseñarán todas las obras secundarias que se requieran, tales como banquetas, parapetos, losas de aproximación, aleros y terraplenes de acceso*, entre otras, atendiendo cuando proceda, lo señalado en los incisos E.4.1 y E.4.2. de esta Norma. En su caso, en el diseño de los aleros además se considerará lo establecido en las Normas del Título PRY·CAR·11·01, Muros de contención.*

Revisando lo expresado en la norma anterior, un puente se puede requerir de accesos, que forman parte de las obras secundarias, así como guarniciones, banquetas, parapetos, defensas, medianas, losas de aproximación y aleros.

Es importante el señalar que no existirán obras complementarias, no se requerirá de accesos provisionales ya que se utilizará el camino existente, únicamente será necesaria la instalación un par de almacenes provisionales, ya que el trazo estará bien comunicado con las localidades, patios de maniobras y plantas de asfalto y la explotación de bancos de material pétreo.

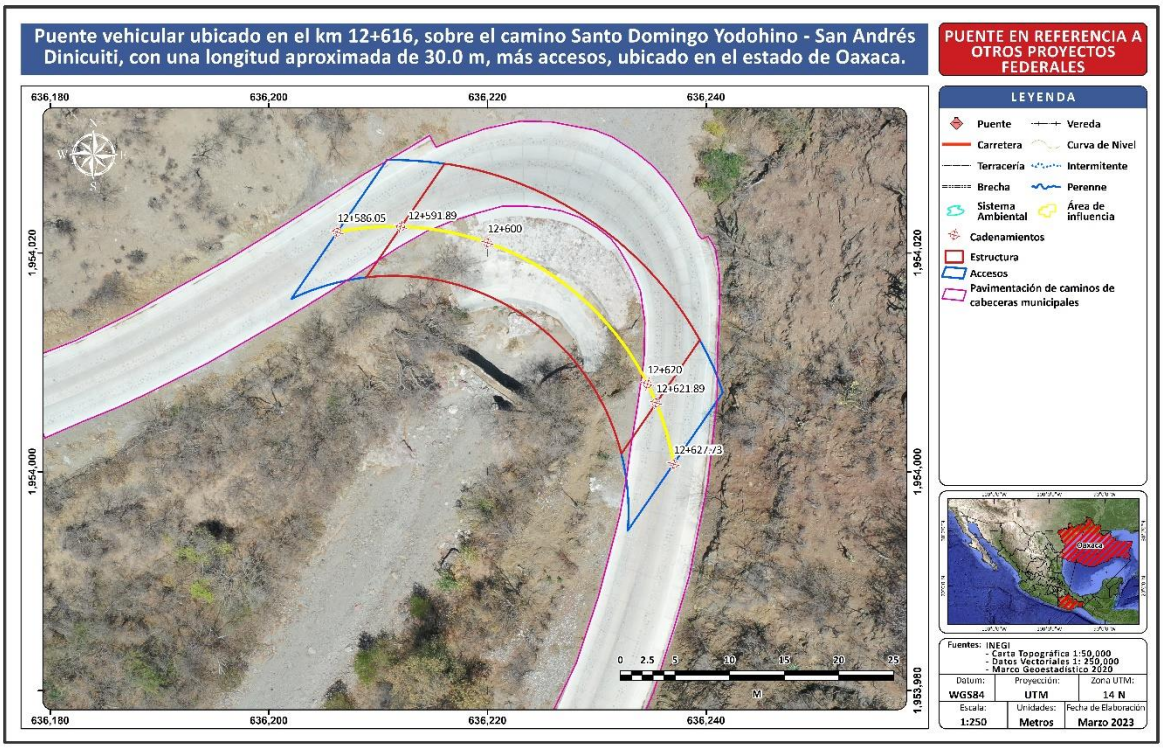
El balance entre el costo ambiental negativo, y los beneficios ambientales y sociales del proyecto se pueden evidenciar si partimos de los efectos adversos en la estructura y función o del grado de conservación ambiental de la zona donde se pretende llevar a cabo la intervención y el objetivo de la intervención, incluyendo la evaluación de los impactos ambientales generados por el proyecto. Es evidente que buena proporción del paisaje se destina a las actividades productivas de los Municipios de Santo Domingo Yodohino y San Andrés Dinicuiti. Por otro lado, en los beneficios sociales generados por el proyecto son considerables si partimos del supuesto que pretende garantizar el tránsito seguro a los usuarios y evitar así posibles accidentes, ya que actualmente los pobladores cruzan por un puente que no cumple con las condiciones un paso peatonal seguro y el tránsito de dos vehículos a la vez, con la construcción del proyecto se garantizará la conectividad y contar con infraestructura que garantice la salvaguarda de la población.

II.1.2 SELECCIÓN DEL SITIO

La construcción del **Puente vehicular ubicado en el km 12+616, sobre el camino Santo Domingo Yodohino - San Andrés Dinicuiti, con una longitud aproximada de 30.0 m, más accesos, ubicado en el estado de Oaxaca** tiene como objetivo principal la conectividad de los Municipios Santo Domingo Yodohino y San Andrés Dinicuiti con la Ciudad de Huajuapan de León ya que actualmente los pobladores cruzan por un puente que no cumple con las condiciones un paso peatonal seguro y el tránsito de dos vehículos a la vez, actualmente el trayecto para cruzar el "Río Sin Nombre" es por medio de un puente que no tiene el galibo suficiente y que no cumple con las especificaciones técnicas de construcción actuales, por lo que, el cruce por dicha estructura implica un riesgo intrínseco, dado lo anterior y con la inserción del proyecto, se optimizarán los tiempos de recorrido y seguridad de las personas que cruzan el arroyo, involucrando también todas las poblaciones y congregaciones a su paso, la principal función del puente es que comunique de forma más eficiente en cuanto a cantidad, calidad y tiempo; incrementando los índices de calidad del transporte de bienes y servicios en la región, así como promover el desarrollo económico de la región involucrada, al mismo tiempo este puente es la respuesta a la necesidad de conexión de los habitantes de las localidades de la región. Así mismo se busca la seguridad para los habitantes de la zona incrementándose en épocas de lluvia y disminuyendo en épocas de estiaje.

Por lo anterior el proyecto se concibe como un coadyuvante del desarrollo vial, ya que el camino que conectara el puente del que es objeto el presente proyecto forma parte del "Programa de Pavimentación de Caminos a Cabeceras Municipales" impulsado por el actual gobierno federal, que busca la comunicación entre los municipios antes mencionados, que facilitará el desplazamiento de personas, de sus productos y bienes. A continuación, se aprecia la ubicación del presente proyecto en concordancia dicho programa.

IMAGEN II. 2 LOCALIZACIÓN DEL PUENTE PROYECTADO EN REFERENCIA A OTROS PROYECTOS FEDERALES.

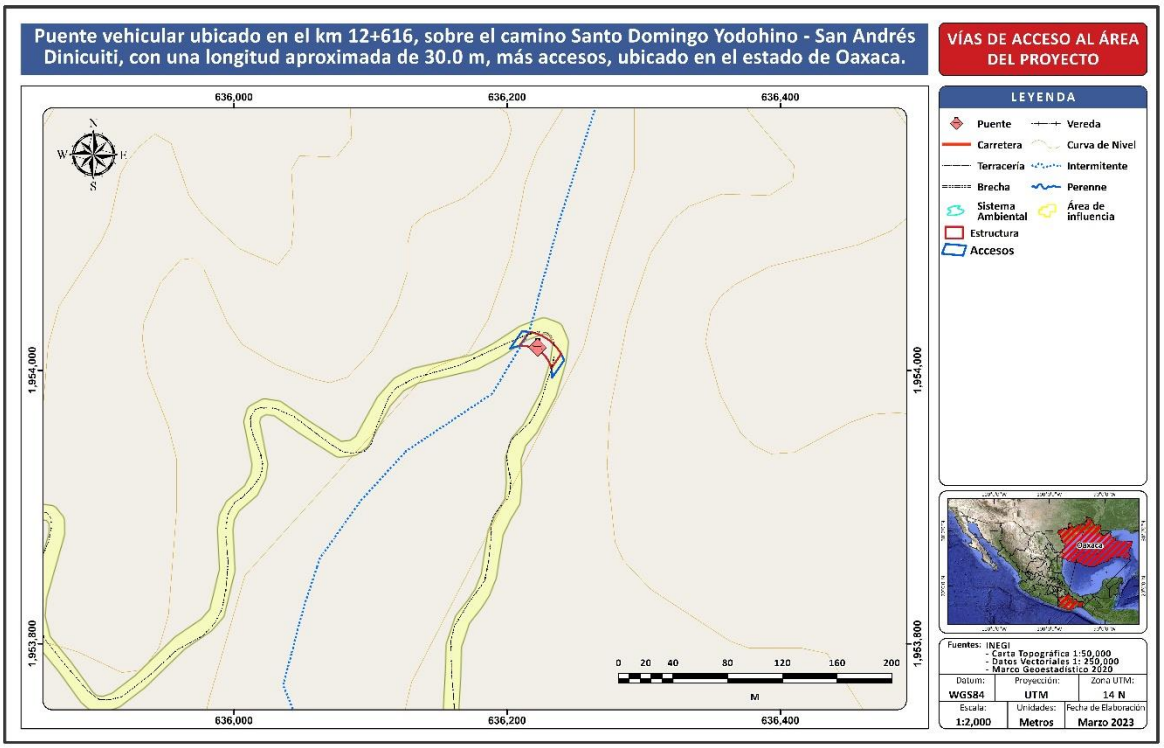


Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

Los lugares más beneficiados con el proyecto son los Municipios Santo Domingo Yodohino y San Andrés Dinicuiti, entre otras rancherías de menor tamaño, además, el proyecto fungirá como promovente del desarrollo económico de la región involucrada, al mismo tiempo este puente es la respuesta a la necesidad de conexión de los habitantes de las localidades de la región. Así mismo se busca la seguridad para los habitantes de la zona incrementándose en épocas de lluvia y disminuyendo en épocas de estiaje. Este Puente ayudará a mejorar las condiciones económicas de las poblaciones cercanas a ella y ofrecerá mayor seguridad, eficiencia y comodidad en el transporte, así mismo será un importante apoyo para el desarrollo de las Localidades y beneficiará de manera secundaria a las poblaciones más alejadas de esta zona. Es importante considerar que, aunque se trata de la construcción de infraestructura nueva, para garantizar la seguridad de los usuarios es necesario contar con ella, ya que en épocas de lluvia se interrumpe el tránsito en la Población. Otro factor de importancia es que el proyecto se encuentra ampliamente vinculable con cualquier tipo de Ordenamiento Jurídico Aplicable en Materia Ambiental tal y como se sustenta en el capítulo siguiente.

En conclusión, se pretende reducir los tiempos de recorrido, mejorar los niveles de servicio con una mayor seguridad, a lo anterior es importante señalar se encuentra sobre un camino bien consolidado, lo que ha tenido repercusiones al entorno, como el aumento de las zonas agrícolas y ganaderas, lo que propicia a disminuir los impactos que pudiera generar el proyecto. Las actividades socioeconómicas interactúan directamente en la zona y por la constante movilización de personas.

IMAGEN II. 3 LOCALIZACIÓN DEL PUENTE PROYECTADO



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

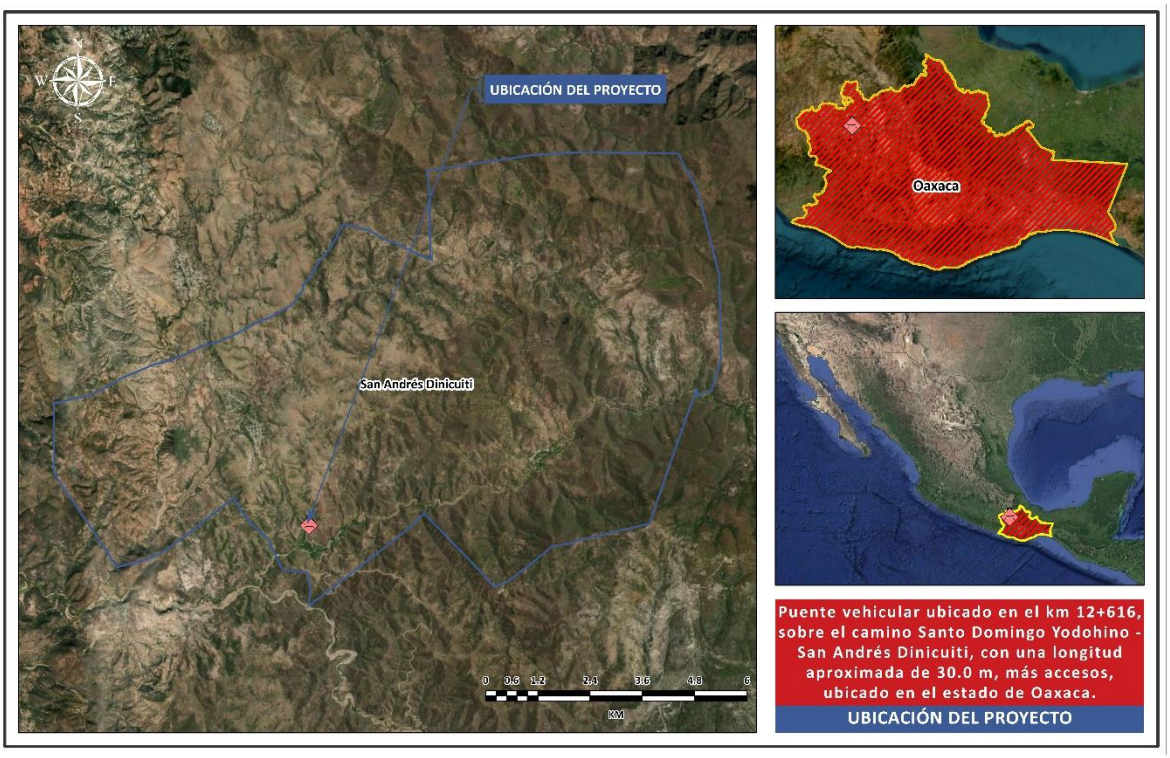
II.1.3 UBICACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO Y PLANOS DE LOCALIZACIÓN

El proyecto se localiza en el Estado de estado de Oaxaca, el cual se encuentra al sureste de la República Mexicana, entre las coordenadas geográficas 15°39' y 18°42' de latitud norte, entre los 93°52' y 98°32' de longitud oeste. Limita al norte con Puebla y Veracruz, al sur con el océano Pacífico, al este con Chiapas y al oeste con el estado de Guerrero. Tiene una superficie de 95,364 km^2, cifra que representa el 4.8 % del total del territorio de la República Mexicana. Así mismo el proyecto se localiza dentro del municipio de San Andrés Dinicuiti, el cual se describe a continuación:

- San Andrés Dinicuiti se localiza entre los paralelos 17°39’ y 17°45’ de latitud norte; los meridianos 97°37’ y 97°47’ de longitud oeste; altitud entre 1 500 y 2 500 m. Colinda al norte con los municipios de Santiago Cacaloxtepec, Santiago Huajolotitlán y Villa de Tamazulápam del Progreso; al este con los municipios de Villa de Tamazulápam del Progreso y Villa de Chilapa de Díaz; al sur con los municipios de Villa de Chilapa de Díaz, Santo Domingo Yodohino y Tezoatlán de Segura y Luna; al oeste con los municipios de Tezoatlán de Segura y Luna y Santiago Cacaloxtepec. Ocupa el 0.11% de la superficie del estado.

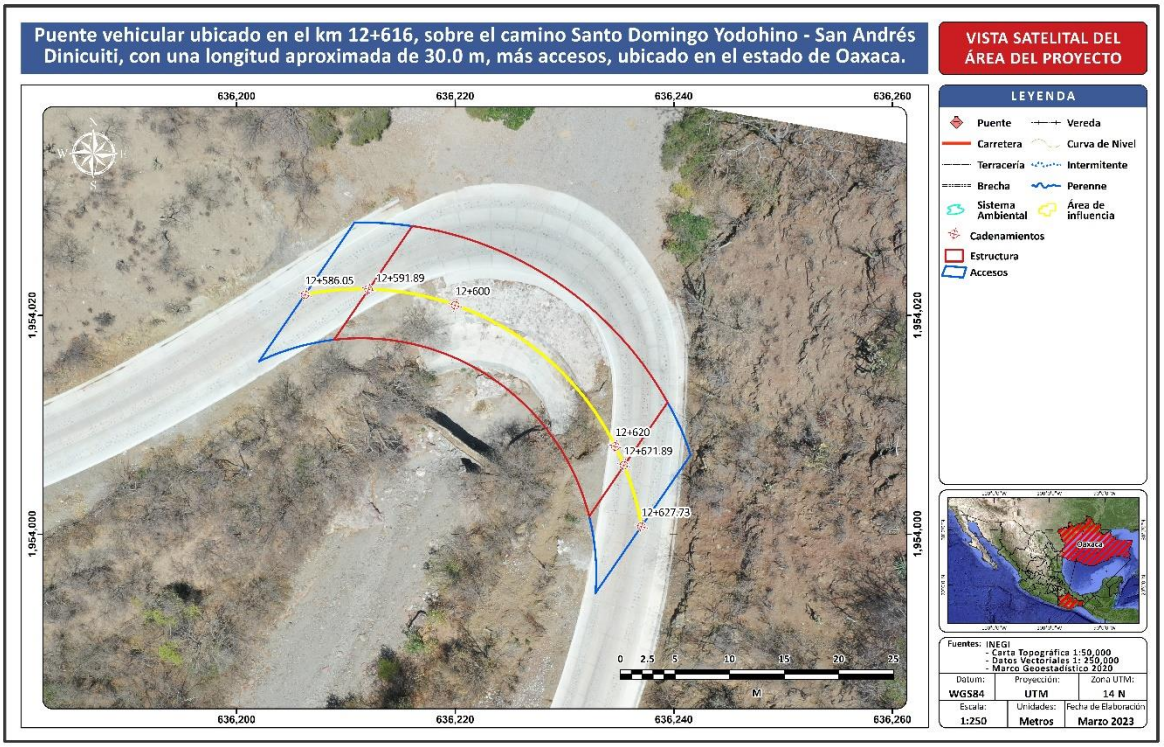
En las siguientes imágenes se muestra la localización del proyecto respecto a los distintos órdenes de gobierno.

IMAGEN II. 4 UBICACIÓN DEL PUENTE PROYECTADA EN DISTINTOS ÓRDENES DE GOBIERNO



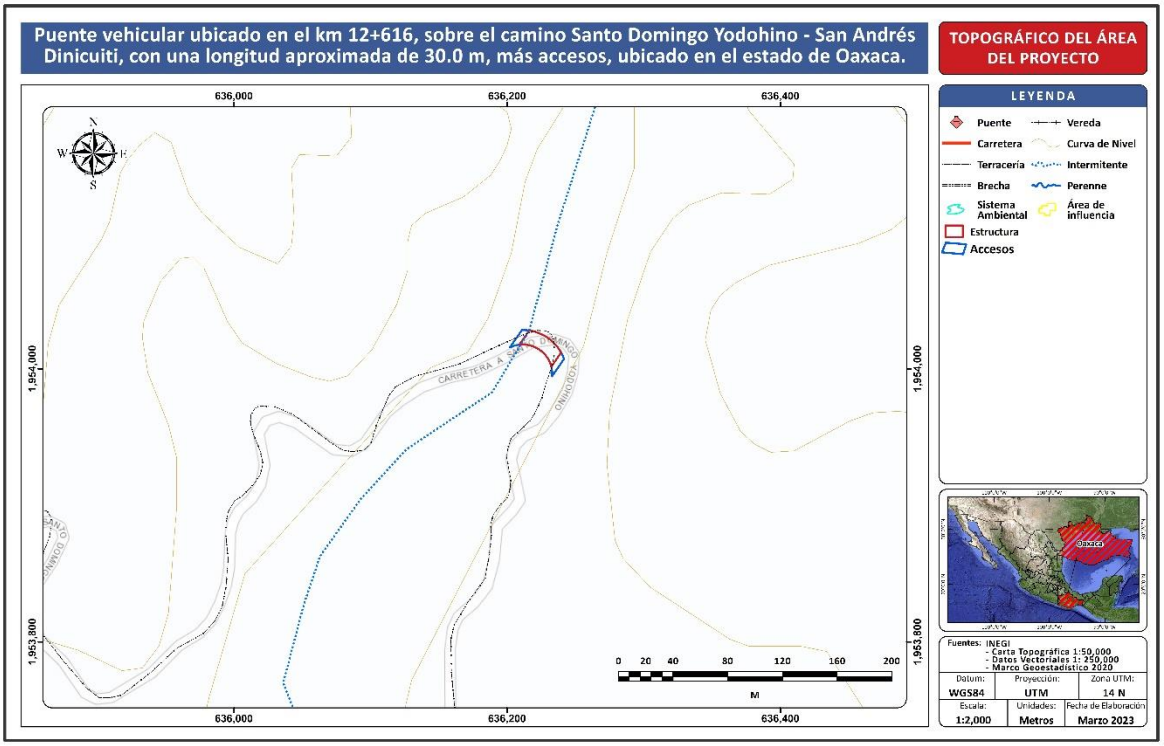
Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

IMAGEN II. 5 UBICACIÓN DEL PUENTE PROYECTADO



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

IMAGEN II. 6 TOPOGRÁFICO DEL PUENTE PROYECTADO



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

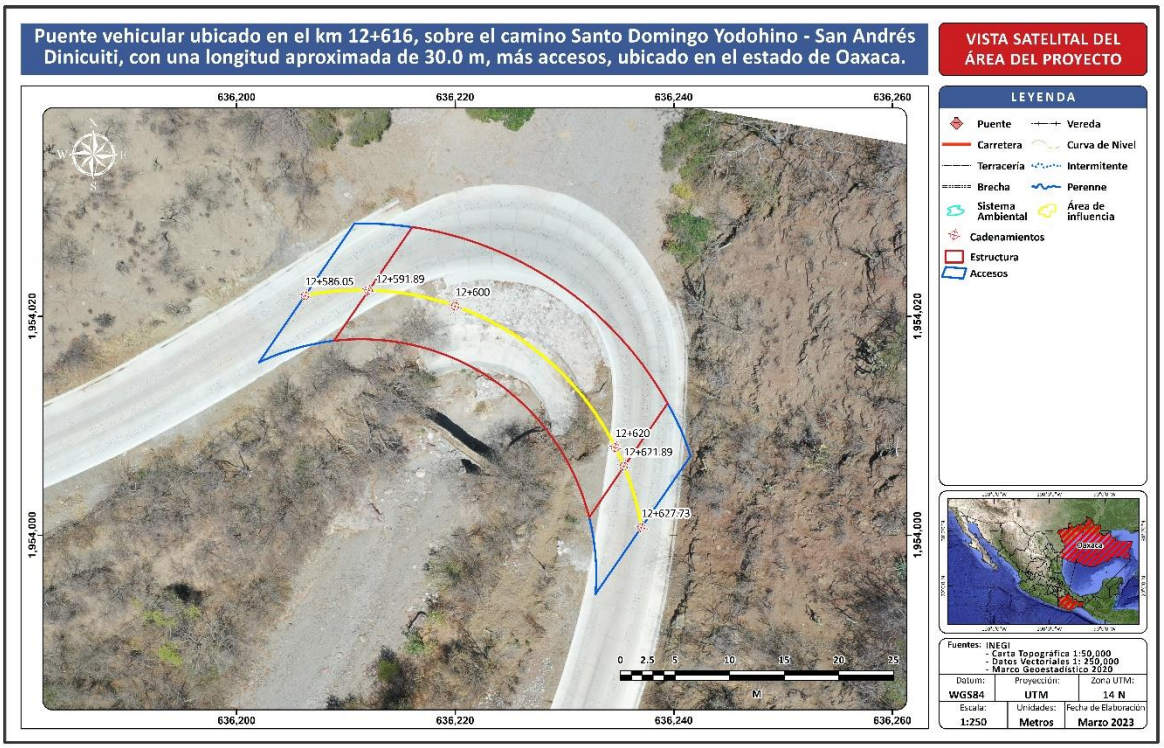
El proyecto consiste en la construcción de un puente para librar las aguas del Río “Sin Nombre”, la estructura tiene una longitud de 30 metros y cuenta con dos claros de 15.23 metros, adicionalmente se consideran accesos por cada lado del proyecto, el acceso 1 (noroeste) comunica con el municipio de San Andrés Dinicuiti, tiene una longitud de 5.84 metros, y el acceso 2 (sureste) que comunicará con la cabecera municipal de Santo Domingo Yodohino, tiene una longitud de 5.84 metros, la longitud total del proyecto es de 41.68 metros, a continuación, se presenta el diagrama del proyecto.

TABLA II. 1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

Acceso 1 (noroeste)		Estructura		Acceso 2 (sureste)	
5.84 metros		30.00 metros		5.84 metros	
12+586.05	12+591.89	12+591.89	12+621.89	12+621.89	12+627.73

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

IMAGEN II. 7 REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA ESTRUCTURA DEL PROYECTO



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

FOTOGRAFÍA II. 3 ESTRUCTURA DEL PUENTE ACTUAL

INICIO



FIN

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

En la siguiente tabla se muestran las coordenadas de la estructura del puente, así como las coordenadas de su eje incluyendo accesos.

TABLA II. 2 COORDENADAS DE LA ESTRUCTURA DEL PUENTE

Vértice	UTM Zona 14N		Geográficas	
	Coord. X	Coord. Y	Longitud	Latitud
1	636,208.91	1,954,017.78	-97° 42' 56.903"	17° 40' 8.036"
2	636,216.06	1,954,028.16	-97° 42' 56.658"	17° 40' 8.372"
3	636,239.42	1,954,012.06	-97° 42' 55.869"	17° 40' 7.843"
4	636,232.25	1,954,001.65	-97° 42' 56.115"	17° 40' 7.506"

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

El proyecto **Puente vehicular ubicado en el km 12+616, sobre el camino Santo Domingo Yodohino - San Andrés Dinicuiti, con una longitud aproximada de 30.0 m, más accesos, ubicado en el estado de Oaxaca**, como se mencionó anteriormente se trata de un proyecto que incluye la estructura del puente, así como los accesos, en la siguiente tabla se muestran las coordenadas del eje del proyecto.

TABLA II. 3 COORDENADAS DEL EJE DEL PUENTE

Cadenamiento	UTM Zona 14N		Geográficas	
	Coord. X	Coord. Y	Longitud	Latitud
12+586.05	663,206.26	1,954,021.92	-97° 42' 56.992"	17° 40' 8.171"
12+591.89	636,212.06	1,954,022.42	-97° 42' 56.795"	17° 40' 8.186"
12+600	636,220.01	1,954,020.95	-97° 42' 56.526"	17° 40' 8.137"
12+620	636,234.64	1,954,008.05	-97° 42' 56.032"	17° 40' 7.714"
12+621.89	636,235.43	1,954,006.33	-97° 42' 56.006"	17° 40' 7.658"
12+627.73	636,237.03	1,954,000.72	-97° 42' 55.953"	17° 40' 7.475"

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

II.1.4 INVERSIÓN REQUERIDA

La inversión estimada para la construcción del Puente es de $9,745,664.57 (Nueve millones setecientos cuarenta y cinco mil seiscientos sesenta y cuatro 57/100 M.N.), dicha inversión incluye hasta la etapa de señalamiento.

TABLA II. 4 PRESUPUESTO DE LA OBRA

N°.	INCISO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE	ETAPA
		ACTIVIDADES PREVIAS					
1	N.CTR.CAR.1·01·003/11	Excavación en material tipo b en cortes en terreno natural, el material producto del corte se utiliza en la formación de terraplenes, incluye carga a unidades de transporte, por unidad de obra terminada.	m^3	342.03	$142.40	$48,705.07	Preparación del sitio
		SUBESTRUCTURA					
2	E.P.01	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 120 cm y profundidad de 20 m en material tipo ii.	ml	63.75	$1,991.44	$126,954.30	Construcción
3	N·CTR·CAR·1·02·003/04	Concreto hidráulico normal de f´c= 250 kg/cm² en coronas, diafragmas, topes y bancos, por unidad de obra terminada.	m^3	76.63	$3,721.96	$285,213.79	Construcción
4	N·CTR·CAR·1·02·003/04	Concreto hidráulico normal de f´c= 250 kg/cm² en pilas y/o estribos, por unidad de obra terminada.	m^3	95	$3,721.96	$353,586.20	Construcción
5	N·CTR·CAR·1·02·004/02	Acero para concreto hidráulico con limite elástico igual o mayor de fy= 4200 kg/cm² en coronas, diafragmas, topes y bancos por unidad de obra terminada.	kg	8769	$49.39	$433,100.91	Construcción
6	N·CTR·CAR·1·02·004/02	Acero para concreto hidráulico con limite elástico igual o mayor de fy= 4200 kg/cm² en pilas y/o estribos, por unidad de obra terminada.	kg	22733	$49.39	$1,122,782.87	Construcción
7	E.P.02	Apoyo de neopreno de 20 x 20 x 2.0 cm de espesor para topes antisísmicos, shore 60 ASTM d-2240. Incluye dimensionamiento y fijación, por unidad de obra terminada.	dm^3	5.53	$19,883.66	$110,028.22	Construcción
8	N·CTR·CAR·1·02·003/04	Concreto hidráulico normal de f´c= 150 kg/cm² para cono de derrame, por unidad de obra terminada.	m^3	14.26	$2,395.87	$34,165.11	Construcción
9	E.P.03	Malla electrosoldada de 66-10-10 (1.02 kg/m2) para cono de derrame con limite elástico igual o mayor de fy= 5000 kg/cm² en estribos, por unidad de obra terminada.	kg	145.48	$113.16	$16,462.52	Construcción
		SUPERESTRUCTURA					
10	N.CTR.CAR.1·02·003/04	Concreto hidráulico normal de f´c= 350 kg/cm² en trabes, por unidad de obra terminada.	m^3	71.1	$4,122.37	$293,100.51	Construcción

11	N.CTR.CAR.1·02·003/04	Concreto hidráulico normal de f´c= 250 kg/cm² en losas y diafragmas, por unidad de obra terminada.	m^3	84.8	$3,721.96	$315,622.21	Construcción
12	N.CTR.CAR.1·02·004/02	Acero para concreto hidráulico con limite elástico igual o mayor de fy= 4200 kg/cm² en trabes, por unidad de obra terminada.	kg	15804	$49.39	$780,559.56	Construcción
13	N.CTR.CAR.1·02·004/02	Acero para concreto hidráulico con limite elástico igual o mayor de fy= 4200 kg/cm² en losas y diafragmas, por unidad de obra terminada.	kg	7826	$49.39	$386,526.14	Construcción
14	E.P.04	Varillas con roscas en sus extremos, por unidad de obra terminada.	kg	124	$263.77	$32,707.48	Construcción
15	E.P.05	Torón de presfuerzo desnudo de 1/2" (12.7 mm) área nominal 98.71 mm2, gris oscuro, por unidad de obra terminada.	kg	1421.04	$117.85	$167,469.56	Construcción
16	E.P.06	Cable tipo cascabel galvanizado, serie 6x37 con alma de acero de 1.91 diámetro de l.r > 23.2 ton. Incluye: habilitado, amarres, desperdicios, mano de obra, equipo y herramienta. Por unidad de obra terminada.	kg	204	$295.37	$60,255.48	Construcción
17	E.P.07	Tubo engargolado metálico 4 pulgadas de 101 mm (4"), por unidad de obra terminada.	ml	184.32	$451.48	$83,216.79	Construcción
18	E.P.08	Tubo de plástico de 2.5 cm de diámetro, por unidad de obra terminada.	pza	18	$97.42	$1,753.56	Construcción
19	E.P.09	Traslado y montaje de trabes AASHTO tipo III, por unidad de obra terminada.	pza	12	$2,321.72	$27,860.64	Construcción
20	E.P.10	Juntas de dilatación de neopreno, extruida, del tipo mex t-50 o similar, incluye: suministros, cortes, desperdicios, mano de obra, equipo, herramientas, y todos los insumos y maniobras necesarias para su correcta ejecución, por unidad de obra terminada.	ml	46.8	$4,079.91	$190,939.79	Construcción
21	E.P.11	Apoyo integral de neopreno de 35 x 30 x 2.5 cm de espesor en apoyos fijos, dureza shore 60 ASTM d-2240. Incluye dimensionamiento y fijación, por unidad de obra terminada.	dm^3	24.4	$20,471.18	$499,513.17	Construcción
22	E.P.12	Apoyo integral de neopreno de 35 x 30 x 4.1 cm de espesor en apoyos móviles, dureza shore 60 ASTM d-2240. Incluye dimensionamiento y fijación, por unidad de obra terminada.	dm^3	41.01	$20,764.95	$851,595.52	Construcción

23	E.P.13	Anclajes fijos para cables de 10t 1/2" de diámetro, por unidad de obra terminada.	pza	12	$1,817.88	$21,814.56	Construcción
24	E.P.14	Anclajes móviles para cables de 10t 1/2" de diámetro, por unidad de obra terminada.	pza	12	$1,817.88	$21,814.56	Construcción
PARAPETO Y BANQUETAS							
25	N.CTR.CAR.1·02·003/04	Concreto hidráulico normal de f'c=250 kg/cm2 en guarnición, por unidad de obra terminada.	m^3	7.97	$3,721.96	$29,664.02	Construcción
26	N.CTR.CAR.1·02·003/04	Concreto hidráulico normal de f'c=250 kg/cm2 remates, por unidad de obra terminada.	m^3	1.8	$3,721.96	$6,699.53	Construcción
27	N.CTR.CAR.1·02·003/04	Concreto hidráulico normal de f'c=150 kg/cm2 en banquetas, por unidad de obra terminada.	m^3	16.08	$3,113.28	$50,061.54	Construcción
28	N.CTR.CAR.1·02·004/02	Acero para concreto hidráulico con limite elástico igual o mayor de fy= 4200 kg/cm² en guarnición, por unidad de obra terminada.	kg	2004	$49.39	$98,977.56	Construcción
29	N.CTR.CAR.1·02·004/02	Acero para concreto hidráulico con limite elástico igual o mayor de fy= 4200 kg/cm² en remates, por unidad de obra terminada.	kg	291	$49.39	$14,372.49	Construcción
30	N.CTR.CAR.1·02·004/02	Acero para concreto hidráulico con limite elástico igual o mayor de fy= 4200 kg/cm² en banqueta, por unidad de obra terminada.	kg	969	$49.39	$47,858.91	Construcción
31	N.CTR.CAR.1·02·009/00	Parapeto metálico tipo t34.6.1 a base de perfiles comerciales de acero a-36, incluye planos de taller (no incluye remate), por unidad de obra terminada	ml	65.6	$7,857.18	$515,431.01	Construcción
32	E.P.15	Suministro y colocación de tubo de cartón comprimido de 21 cm diámetro en banquetas, por unidad de obra terminada.	ml	154	$76.02	$11,707.08	Construcción
MUROS DE CONTENCION							
33	N.CTR.CAR.1·01·007/11	Excavación para estructuras u obras de drenaje, cualquiera que sea su clasificación, con una profundidad mayor de 1.5 m hasta 3.0 m, el material producto de la excavación se utiliza para el relleno de esta, incluye carga a unidades de transporte, por unidad de obra terminada.	m^3	62.11	$255.48	$15,867.86	Preparación del sitio
34	N.CTR.CAR.1·01·010/11	Muro de gavión en bloque de 3.0 m x 1.0 m x 1.0 m, por unidad de obra terminada.	m^3	108	$1,791.94	$193,529.52	Preparación del sitio
ACCESOS							
35	N.CTR.CAR.1·01·003/11	Excavación en material tipo b en cortes en terreno natural, el material producto del corte se utiliza en	m^3	35.7	$142.40	$5,084.52	Preparación del sitio

		la formación de terraplenes, incluye carga a unidades de transporte, por unidad de obra terminada.					
36	N.CTR.CAR.1·01·009/11	Construcción de terraplenes utilizando materiales compactables procedentes de bancos de proyecto, en el cuerpo del terraplén compactado al 90 % de su PVSM conforme lo indicado en el proyecto, incluye carga a unidades de transporte, por unidad de obra terminada.	m^3	182.9	$263.29	$48,151.09	Construcción
37	N.CTR.CAR.1·01·009/11	Construcción de terraplenes utilizando materiales compactables procedentes de bancos de proyecto, en la capa subrasante compactado al 100 % de su PVSM conforme lo indicado en el proyecto, incluye carga a unidades de transporte, por unidad de obra terminada.	m^3	26.4	$255.68	$6,752.96	Construcción
38	N.CTR.CAR.1·02·013/00	Demolición de pavimento de concreto hidráulico, cuando el material producto de los trabajos se utiliza según lo requiera el proyecto, por unidad de obra terminada. Incluye: carga de material a unidades de transporte.	m^3	15.6	$1,316.70	$20,550.59	Preparación del sitio
39	N.CTR.CAR.1·01·013/00	Acarreo con equipo de sindicato, al 1.er kilómetro en terracería, de cualquier material, por unidad de obra terminada.	m^3/km	247.9	$13.46	$3,337.29	Preparación del sitio
40	N.CTR.CAR.1·01·013/00	Acarreo con equipo de sindicato, en kilómetros subsecuentes en terracería, de cualquier material, por unidad de obra terminada.	m^3/km sub	247.9	$10.30	$2,553.79	Preparación del sitio
LOSAS DE ACCESO							
41	N.CTR.CAR.1·02·004/02	Acero para concreto hidráulico con limite elástico igual o mayor de fy= 4200 kg/cm² en losas de acceso, por unidad de obra terminada.	km	5168	$49.39	$255,247.52	Construcción
42	N.CTR.CAR.1·02·003/04	Concreto hidráulico normal de f'c=250 kg/cm2 en losas de acceso, por unidad de obra terminada.	m^3	42.24	$3,721.96	$157,234.20	Construcción
43	N.CTR.CAR.1·01·006/01	Cartón asfaltado de 2 cm de espesor.	m^2	15.52	$1,287.52	$19,982.31	Construcción
OBRAS DE DRENAJE							
44	N.CTR.CAR.1·01·007/11	Excavación para estructuras cualquiera que sea su clasificación y profundidad, para desplante de estas, incluye acarreo fuera del lugar de la obra, por unidad de obra terminada.	m^3	126.95	$98.78	$12,540.12	Construcción

45	N.CTR.CAR.1·02·001/00	Mampostería de piedra de tercera clase junteada con mortero cemento 1:5, para cualquier altura, por unidad de obra terminada.	m^3	15.45	$1,577.38	$24,370.52	Construcción
46	N.CTR.CAR.1·02·001/00	Tubos para dren en muros de mampostería de 1.0 m de longitud y 10.16 cm (4") de diámetro, por unidad de obra terminada.	pza	7	$242.41	$1,696.87	Construcción
47	N.CTR.CAR.1·03·002/00	Alcantarilla de concreto reforzado de f'c = 280 kg/cm2, en dirección normal de 122 cm de diámetro (se consideran 13.77 kg/m de acero de refuerzo), por unidad de obra terminada.	ml	10	$10,480.74	$104,807.40	Construcción
48	N.CTR.CAR.1·02·003/04	Concreto hidráulico de f'c = 100 kg/cm² en plantilla, por unidad de obra terminada.	m^3	0.86	$2,476.81	$2,130.06	Construcción
49	N.CTR.CAR.1·01·011/11	Relleno con material del banco de proyecto para excavaciones de estructuras, por unidad de obra terminada. Incluye: carga de material a unidades de transporte.	m^3	21.84	$309.88	$6,767.78	Construcción
		OBRAS DE DRENAJE COMPLEMENTARIAS					
50	N.CTR.CAR.1·03·003/00	Cunetas de sección triangular revestidas de zampeado de concreto hidráulico de f'c = 150 kg/cm2, por unidad de obra terminada.	ml	192	$458.82	$88,093.44	Construcción
51	N.CTR.CAR.1·03·007/00	Bordillo de concreto hidráulico hecho en sitio de f'c = 100 kg/cm2 de 16 x 8 x 12 cm (peralte, corona y base), con tamaño máximo de agregado de 1.90 cm (3/4"), por unidad de obra terminada.	ml	90.11	$156.03	$14,059.86	Construcción
52	N.CTR.CAR.1·02·003/04	Concreto hidráulico de f'c = 150 kg/cm² en revestimiento de taludes, por unidad de obra terminada.	m^3	2.95	$2,828.25	$8,348.99	Construcción
53	N.CTR.CAR.1·03·006/00	Lavadero de 1.40 m de ancho de concreto hidráulico simple de f'c = 150 kg/cm2, por unidad de obra terminada.	pza	4	$484.97	$1,939.88	Construcción
		PAVIMENTOS					
54	N.CTR.CAR.1·04·002/11	Subbase hidráulica, con materiales pétreos procedentes de bancos que elija el contratista, compactada al 100 % conforme lo indicado en el proyecto, por unidad de obra terminada. Incluye: carga de material a unidades de transporte.	m^3	18.8	$496.23	$9,340.80	Construcción
55	E.P.16	Construcción de camino artesanal a base de concreto hidráulico con un f´c= 200 kg/cm2 y	m^3	17.1	$4,731.52	$80,992.49	Construcción

		empedrado a base de piedra de 6.00 m de ancho y 0.20m de espesor, por unidad de obra terminada.					
SEÑALAMIENTO							
56	N.CTR.CAR.1·07·005/00	Señal con tablero de 86 cm x 86 cm, en un poste, con película reflejante tipo a, por unidad de obra terminada.	pza	6	$1,982.37	$11,894.22	Operación y mantenimiento
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL							
57	N.CTR.CAR.1·07·001/00	Marcas m 1.3 raya separadora de sentidos de circulación continua sencilla, con pintura termoplástica color amarillo reflejante de 10 cm de ancho, por unidad de obra terminada (longitud efectiva)	ml	200.19	$45.99	$9,206.74	Operación y mantenimiento
58	N.CTR.CAR.1·07·001/00	Marcas m 3.1 raya en la orilla derecha, continua, con pintura termoplástica color blanco retrorreflejante de 10 cm de ancho, por unidad de obra terminada (longitud efectiva).	ml	400.38	$45.99	$18,413.48	Operación y mantenimiento
59	N.CTR.CAR.1·07·004/02	Botones dh·1.3 retrorreflejantes y delimitadores sobre el pavimento, de forma trapecial plásticos de dos caras, color amarillo retrorreflejante, por unidad de obra terminada.	pza	9	$68.44	$615.96	Operación y mantenimiento
60	N.CTR.CAR.1·07·004/02	Botones dh·1.10 retrorreflejantes y delimitadores sobre el pavimento, de forma trapecial plásticos de dos caras, color blanco retrorreflejante, por unidad de obra terminada.	pza	14	$68.44	$958.16	Operación y mantenimiento
61	N.CTR.CAR.1·07·009/00	Defensa metálica de dos crestas (od·4.2.1 flexibles / sgm02), para nivel de contención nc·2, con traslapes en los apoyos, sin separadores, con postes débiles de acero @ 3.81 m y placas de cimentación, cumpliendo con la n·ctr·car·1·07·010/00 en lo que no se oponga a la norma nom·03·sct2·2012, por unidad de obra terminada.	ml	99.15	$2,384.73	$236,445.98	Operación y mantenimiento
SUBTOTAL						**$8,401,435.06**	
I.V.A. 16 %						**$1,344,229.61**	
TOTAL						**$9,745,664.67**	

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

Recuperación de la inversión

Debido a que el puente es un proyecto de beneficio social no se considera la recuperación de la inversión, por lo tanto, no se presenta una memoria de cálculo respectiva ni un periodo de recuperación.

Costo de las medidas de mitigación

Al costo total de la obra civil, se estima un monto del 10% adicional para las obras referentes a las medidas de mitigación, prevención y compensación. La inversión de las medidas de mitigación es $974,566.47 (Un millón Trescientos dos mil seiscientos cuarenta 50/100 M.N.).

Presupuesto de la obra por etapas

TABLA II. 5 PRESUPUESTO DE LA OBRA POR ETAPAS

Preparación del sitio	$289,628.64
Construcción	$7,834,271.88
Operación y mantenimiento	$277,534.54
Abandono	$0.00
Total, sin I.V.A.	$8,401,435.06
Total, con I.V.A.	$9,745,664.67
Costo de medidas de prevención, mitigación y/o compensación (10% del valor total del puente)	$974,566.47
Total, con medidas de mitigación	$10,720,231.14

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

Para el caso de la etapa de abandono no se considera un presupuesto, esto debido a que el proyecto no se pretende abandonar, y se pretenden extender su vida útil con actividades de mantenimiento conservando el camino en buenas condiciones.

II.1.5 DIMENSIONES DEL PROYECTO

El proyecto quedará clasificado como un puente más accesos, al cual se le denominará **Puente vehicular ubicado en el km 12+616, sobre el camino Santo Domingo Yodohino - San Andrés Dinicuiti, con una longitud aproximada de 30.0 m, más accesos, ubicado en el estado de Oaxaca** y consistirá en una superestructura formada de dos claros, de una distancia de 15.23 metros, más dos accesos, el acceso noroeste de 5.84 m y el acceso sureste de 5.84 m, para una longitud total del proyecto de 41.68 m. La estructura proyectada busca librar la corriente del Río “Sin nombre” afluente del río Salado. A continuación, se presentan las especificaciones generales del proyecto.

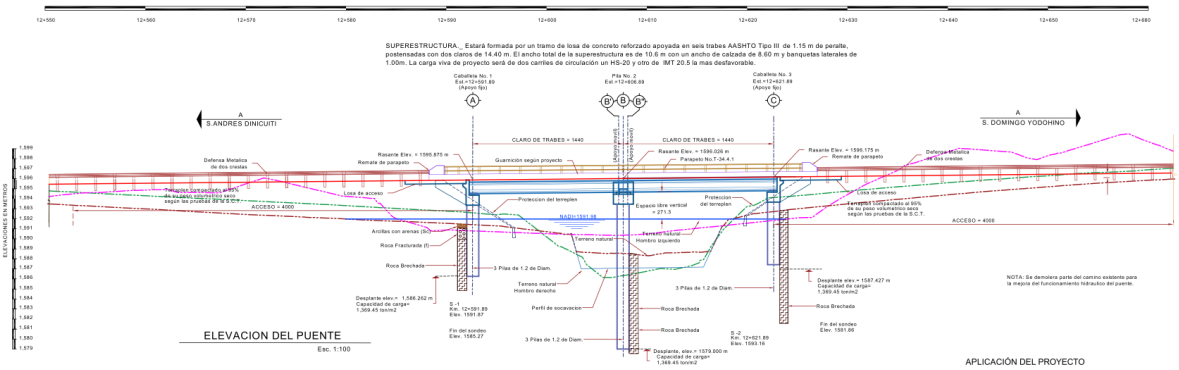
TABLA II. 6 CARACTERÍSTICAS DEL PUENTE

DESCRIPCIÓN	PROYECTO
Cadenamientos: **Inicio (km x+xxx)** **Final (km x+xxx)**	 12+586.05 12+627.73
Derecho de Vía (m)	20 metros
Longitud de la estructura (m)	30 metros
Elevación de rasante (m)	1,596.175 metros
Ancho total (m)	10.6891 metros
Ancho de carpeta(m)	8.6 metros
Ancho de calzada (m)	8.6 metros
Acotamientos (m)	Sin acotamientos
Banqueta	Dos de 0.75 metros
Parapeto	Dos de 0.25 metros
Galibo	2.713 metros
Número y ancho de carriles	Dos carriles 1 de 5.130 metros y 1 de 3.5561 metros
Estribos	Dos caballetes y una pila
Superficie de la superestructura (m²)	317.83 m²

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

En la siguiente imagen se muestra la sección lateral del puente proyectado.

IMAGEN II. 8 SECCIÓN LATERAL DEL PUENTE



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

Como se mencionó anteriormente, el proyecto considera también la construcción de dos accesos, mismos que se describen a continuación:

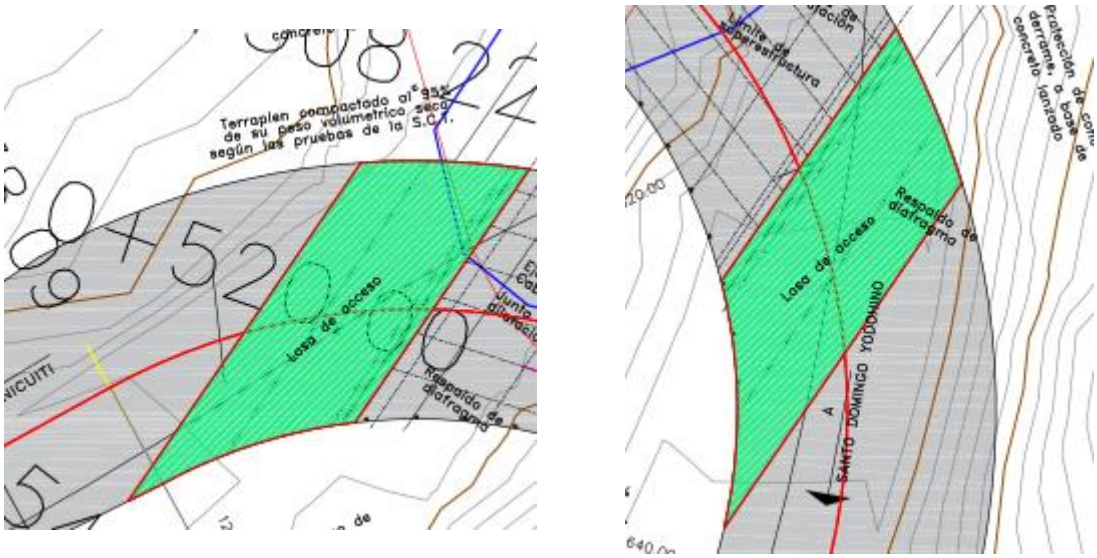
TABLA II. 7 CARACTERÍSTICAS DE LOS ACCESOS

Descripción	Acceso 1 (noroeste)	Acceso 2 (sureste)
Derecho de Vía (m)	20 metros por lado	20 metros por lado
Longitud total del acceso (m)	5.84metros	5.84 metros
Altura de terraplén (m)	Variable	Variable
Ancho de corona (m)	Variable	Variable
Ancho de calzada (m)	Variable	Variable
Número y ancho de carriles	2 de Ancho variable de 3.5 a 5.1	2 de Ancho variable de 3.5 a 5.1
Parapeto	2 de 0.25 metros	2 de 0.25 metros
Acotamientos	NA	NA
Superficie total de ocupación de los accesos (m²)	62.52 m²	61.58 m²

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

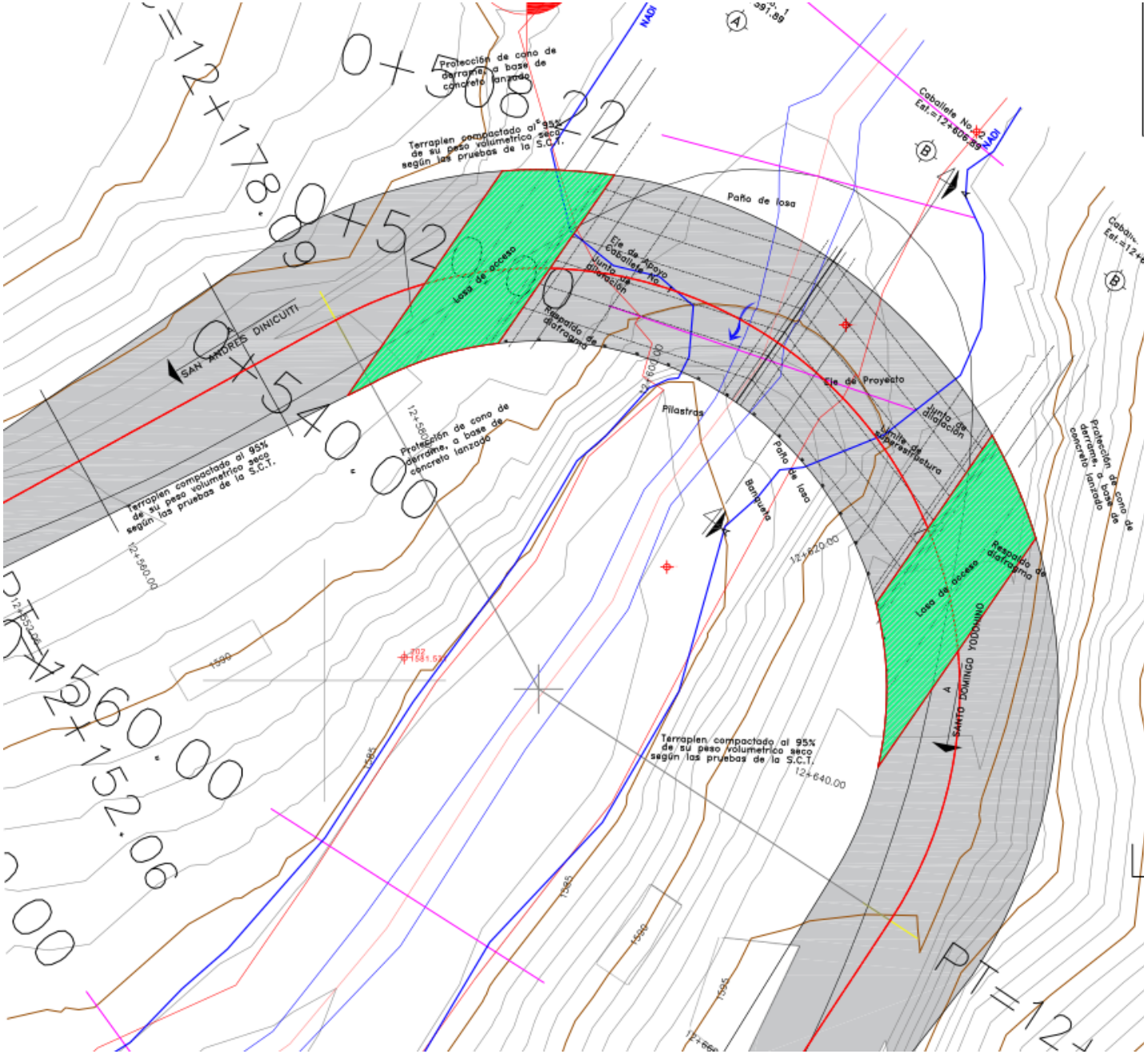
La sección de la estructura y de los accesos tipo se muestra en la siguiente imagen, para una mejor conceptualización del proyecto:

IMAGEN II. 9 ACCESOS DEL PUENTE



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

IMAGEN II. 10 PLANTA DEL PUENTE


Protección de cono de derrame, a base de concreto lanzado
Terraplen compactado al 95% de su peso volumetrico seco según las pruebas de la S.C.T.
Losa de acceso
Eje de Apoyo Caballete No. 1
Junta de dilatación
Respaldo de diafragma
Paño de losa
Caballete No.2
Eje de Proyecto
Pilastras
Banqueta
SAN ANDRÉS DINICUITI
SANTO DOMINGO YODOHINO
12+560.00
12+580.00
12+600.00
12+620.00
12+640.00
12+652.06
PI=12+

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

Es importante mencionar que no se afectara algún tipo de vegetación cercano, en este caso Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia, ya que el presente proyecto se desarrollara en el ancho del camino existente si bien se removerán especies herbáceas del tipo ruderal, estas se desarrollan sobre los remanentes del camino de terracería existente y que no fueron pavimentados al momento de ejecutar el Programa de Pavimentación de Caminos a Cabeceras Municipales" impulsado por el actual gobierno federal.

En las siguientes fotografías se muestra el sitio en donde se pretende la construcción del **Puente vehicular ubicado en el km 12+616, sobre el camino Santo Domingo Yodohino - San Andrés Dinicuiti, con una longitud aproximada de 30.0 m, más accesos, ubicado en el estado de Oaxaca**

FOTOGRAFÍA II. 4 VISTA DE LA ZONA DEL PROYECTO CON EL CRUCE DEL RÍO "SIN NOMBRE" (AGUAS ABAJO)



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

FOTOGRAFÍA II. 5 VISTA DE LA ZONA DEL PROYECTO CON EL CRUCE DEL RÍO "GRANDE" (AGUAS ARRIBA)



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

FOTOGRAFÍA II. 6 VISTA DE LA ZONA DE ACCESO NOROESTE



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

FOTOGRAFÍA II. 7 VISTA DE LA ZONA DE ACCESO SURESTE



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

FOTOGRAFÍA II. 8 OBRA DE DRENAJE ACTUAL



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

II.1.6 ESTUDIO HIDROLÓGICO DEL PROYECTO

El alcance del estudio Hidrológico consiste en recopilar datos hidrológicos para determinar los flujos de escorrentía a ser considerados en el análisis hidráulico para determinar el nivel de elevación del agua para una concurrencia de 50 años bajo condiciones existentes y propuestas y en determinar las obras hidráulicas necesarias para manejar el incremento en escorrentía ocasionado por el proyecto propuesto. El ciclo hidrológico visto a nivel de una cuenca se puede esquematizar como un estímulo, constituido por la precipitación, al que la cuenca responde mediante el escurrimiento en su salida. Entre el estímulo y la respuesta ocurren varios fenómenos que condicionan la relación entre uno y otra, y que están controlados por las características geomorfológicas de la cuenca. Dichas características se clasifican en dos tipos, según la manera en que controlan los fenómenos mencionados:

- Las que condicionan el volumen de escurrimiento, como el área de la cuenca y el tipo de suelo.
- Las que condicionan la velocidad de respuesta, la pendiente de la cuenca.
- Las características de la cuenca de mayor importancia por sus efectos en la relación precipitación – escurrimiento son:
  - El parteaguas es una línea límite o línea imaginaria formada por los puntos de mayor nivel topográfico y que separa la cuenca de las demás cuencas vecinas.
  - El área de la cuenca se define como la superficie en proyección horizontal delimitada por el parteaguas.
  - El escurrimiento principal de una cuenca es el que pasa por la salida de esta.

Con el apoyo de las cartas topográficas y la planimetría del Municipio de San Andrés Dinicuiti, se delimitó la cuenca que comprenden a los escurrimientos del emisor a construir. Por otro lado, como se mencionó anteriormente uno de los indicadores más importantes del grado de respuesta de una cuenca a una tormenta es la pendiente del escurrimiento principal. Dado que las pendientes varían a lo largo de dicho escurrimiento, es necesario definir una pendiente media.

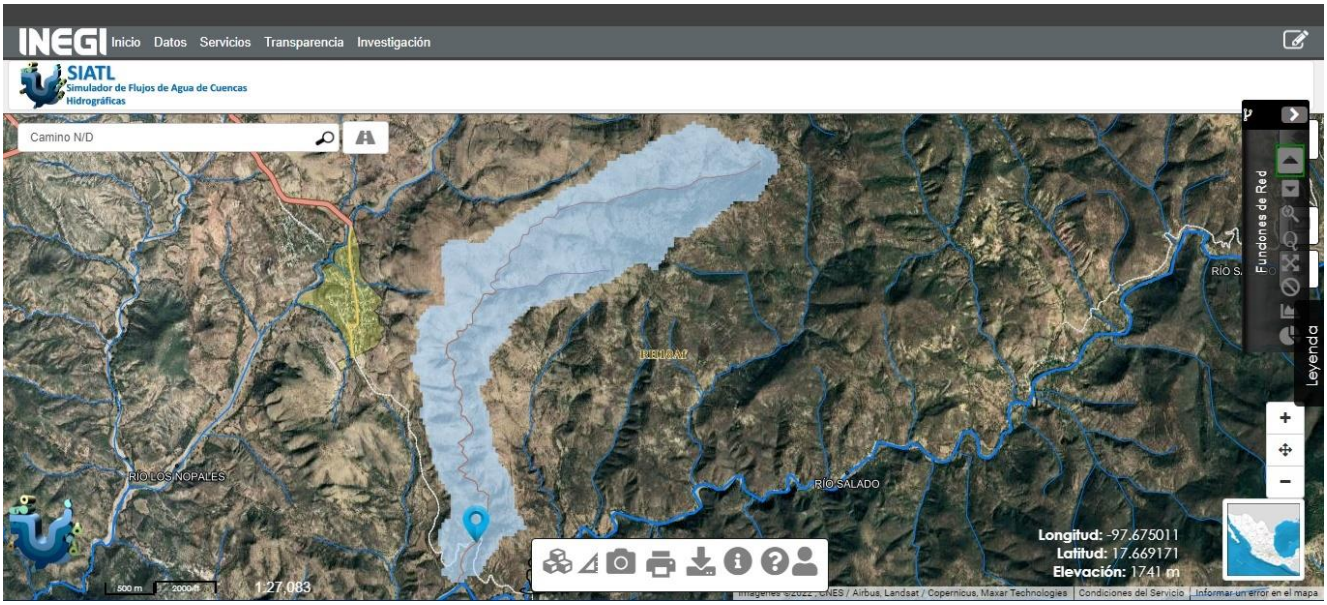
Memoria de Calculo

Área de la cuenca.

El área de la cuenca se determinó con la ayuda de las cartas Topográficas escala 1:50,000 para identificar la zona de aportación de la región en estudio, así como en Modelo Digital de Elevación (MDE) proporcionadas por el Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática (INEGI):

- La carta topográfica se digitalizó y geo posicionó en las coordenadas UTM en un archivo del programa AutoCAD. Con las herramientas propias del programa se determinó la cuenca, que corresponde a la superficie delimitada por el parteaguas expresada en kilómetros cuadrados.

IMAGEN II. 11 DELIMITACIÓN DE SUBCUENCA CON SIATL.



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

Tipo de microcuenca.

La descarga del flujo del arroyo es al Río Salado, por lo que tenemos una microcuenca exorreica.

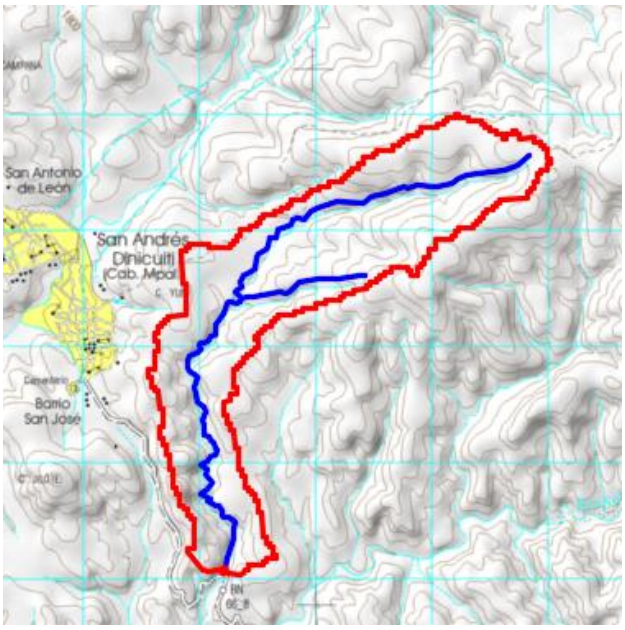
Perímetro de la microcuenca.

Se realizo mediante el programa AutoCAD, tomando en cuenta la escala de la carta topográfica. El valor estimado es el siguiente: P=16.25 Km.

Área de la microcuenca.

Está definida por la proyección en planta que encierra el parteaguas, la cual se determinó tomando en cuenta la escala de la carta topográfica y mediante el empleo del programa AutoCAD, su valor resulto de: A= 4.11 Km.

IMAGEN II. 12 DELIMITACIÓN DE SUBCUENCA CON CARTAS TOPOGRÁFICAS



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

TABLA II. 8 CLASIFICACIÓN DE VEN TE CHOW

Tamaño de la cuenca	Área (km²)	
Muy pequeña	A	<25
Pequeña	25	<250
Intermedia – Pequeña	250	<500
Intermedia – Grande	500	<2,500
Grande	2,500	<5,000
Muy Grande	A	>5,000
Tamaño de la microcuenca. De acuerdo con la información anterior el valor esta comprendido en el rango de 25<4.11<250 km² se tiene una microcuenca muy pequeña.		

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

Pendiente media del río

En este proyecto se empleará el método de Taylor y Schwarz por considerarse más preciso.

$$s = \left[\frac{L}{\frac{l_1}{\sqrt{s_1}} + \frac{l_2}{\sqrt{s_2}} + \cdots + \frac{l_m}{\sqrt{s_m}}} \right]$$

donde:
m: Número de segmentos, en los cuales se subdivide el cauce principal.
s: Pendiente media del cauce.
s1, s2,…, sm: Pendiente de cada segmento, que se obtiene por dh/dl

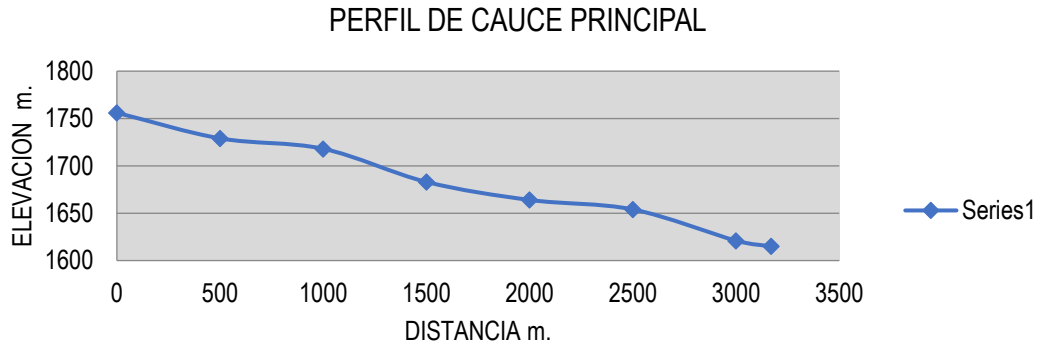
TABLA II. 9 MÉTODO DE TAYLOR & SCHWARTZ

Longitud del cauce: 3170 m					
Se dividió la pendiente del cauce en 7 tramos.					
Tramos	Long. (l) m	Desnivel H m	Pendiente S	√ S	l/√ S
D* 1	500	27	0.05	0.232379	2151.657415
2	500	11	0.02	0.14832397	3370.999312
3	500	35	0.07	0.26457513	1889.822365
4	500	19	0.04	0.19493589	2564.94588
5	500	10	0.02	0.14142136	3535.533906
6	500	33	0.07	0.25690465	1946.24736
N*7	170	6	0.04	0.18786729	904.8941006
	3170	141		SUMA	16364.10034
Aplicando la fórmula de Taylor & Schwartz					

$$S = \left[\frac{L}{\frac{l_1}{\sqrt{s_1}} + \frac{l_2}{\sqrt{s_2}} + \cdots + \frac{l_n}{\sqrt{s_n}}}\right] = 0.037526171 \sim 3.75\%$$

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

IMAGEN II. 13 PENDIENTE DEL CAUCE



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

Tiempo de concentración

El tiempo de concentración es el tiempo requerido por una gota de agua para fluir desde el punto más remoto en la cuenca hasta el punto de interés.

Entonces, el tiempo de duración de la lluvia se hace igual al tiempo de concentración, el cual está asociado a la distancia del punto más alejado que contribuye al escurrimiento.

La tormenta de diseño tiene una duración igual al tiempo de concentración; por lo que éste último puede ser evaluado mediante la expresión de Kirpich, que a continuación se detalla.

$$\mathcal{TC} = 0.00622 \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}}$$

Donde:
C= coeficiente de infiltración o escurrimiento

L= Longitud del colector principal, en m.
S= Pendiente del colector principal, en milésimos
V=Velocidad m/minuto

$$\mathcal{TC} = 0.00622\ \frac{8031^{0.77}}{2.19^{0.385}} = 1.44\ hrs\ \approx 78.98\ min$$

Periodo de retorno para el gasto teórico de diseño

El cálculo de la precipitación máxima de diseño se calcula en base a la aplicación del método probabilístico de Gumbel, el cual se encuentran en las normas técnicas hidrológicas de la Comisión Nacional del Agua CONAGUA. Los resultados obtenidos están basados en las precipitaciones máximas anuales en 24 hr. de la estación climatológica.

Para puentes con longitud de hasta 100 metros en carreteras tipo "C" y "D", Según la clasificación del reglamento sobre el peso, Dimensiones y Capacidad de los vehículos de Autotransporte que transitan en los Caminos y Puentes de Jurisdicción Federal, el Periodo de Retorno será de 50 Años.

Para puentes con longitud mayor de 100 metros o de cualquier longitud en autopistas y carreteras tipos "ET", "A" y "B", Según la Clasificación del Reglamento Sobre el Peso, Dimensiones y Capacidad de los vehículos de Autotransporte que transitan en los Caminos y Puentes de Jurisdicción Federal, el Periodo de Retorno será de 100 Años.

Si se tratan de grandes ríos, que se hayan canalizado para no afectar poblaciones importantes o zonas industriales, el periodo de retorno será el que haya utilizado en el diseño de canalización.
Para puentes en zonas con presencia de tormentas tipo ciclónicas en cualquier tipo de carreteras, el periodo de retorno será de 1000 años.

TABLA II. 10 TIEMPO DE OBSERVACIÓN PARA DISEÑO DE CARRETERAS

TIPO DE CARRETERA	PERÍODO DE RETORNO EN AÑOS	OBSERVACIONES
ET, A Y B	50	Carreteras localizadas en zonas no costeras de la República Mexicana
ET, A Y B	100	Carreteras localizadas en zonas costeras de la República Mexicana
C Y D	25	Carreteras localizadas en zonas no costeras de la República Mexicana
C Y D	50	Carreteras localizadas en zonas costeras de la República Mexicana

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

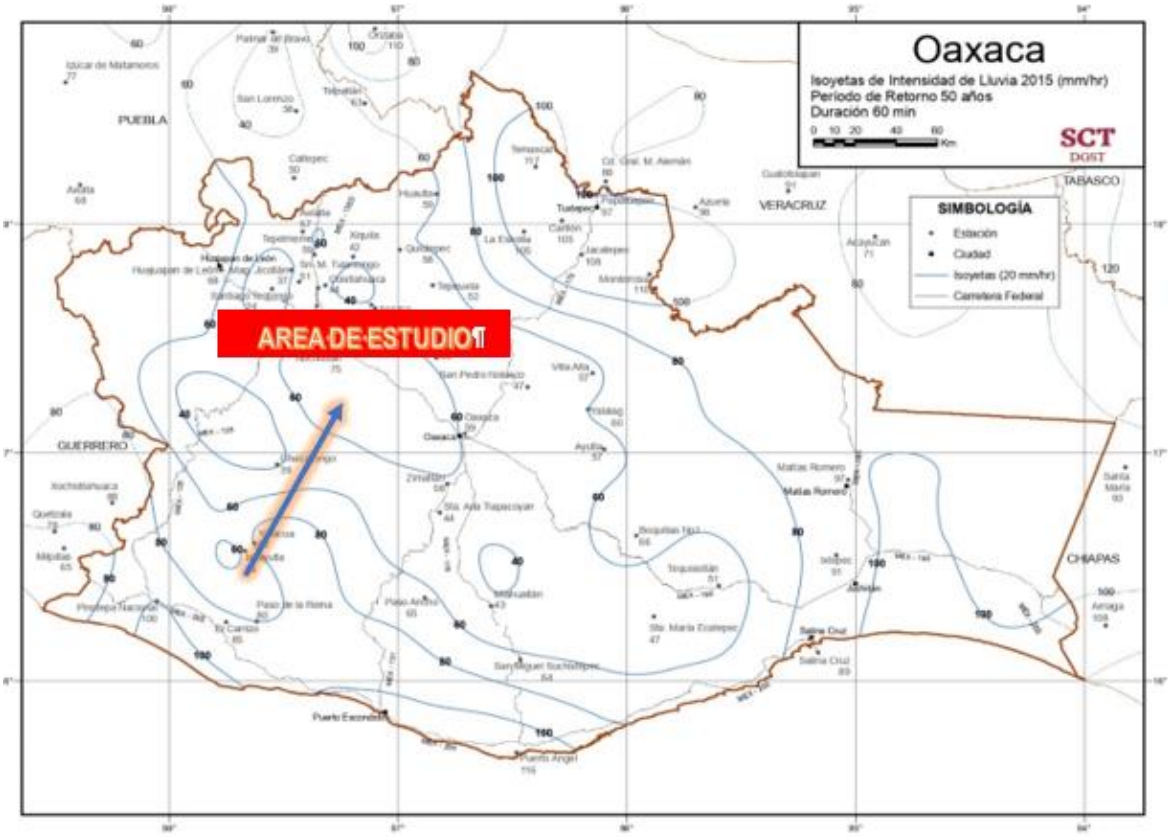
Con referencia a lo anterior se establece que el periodo de retorno con el que se diseñará será de 50 años.

Isoyetas SCT.

La SCT publica en forma periódica mapas de isoyetas i-d-t para cada estado de la república mexicana, con duraciones de 5 a 240 minutos y periodos de retorno de 10 a 1000 años se puede apreciar las isoyetas del estado de Oaxaca, entidad en donde se localiza entre las coordenadas 17°44'27.21" de latitud norte y 97° 24'40.67" de longitud oeste. Dicha duración es la analizada en el presente estudio por lo tanto se tomará como referencia.

El valor de intensidad para el sitio de estudio de acuerdo con datos de la SCT es de 78.98 mm/h.

IMAGEN II. 14 ISOYETAS SCT DEL ESTADO DE OAXACA.



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

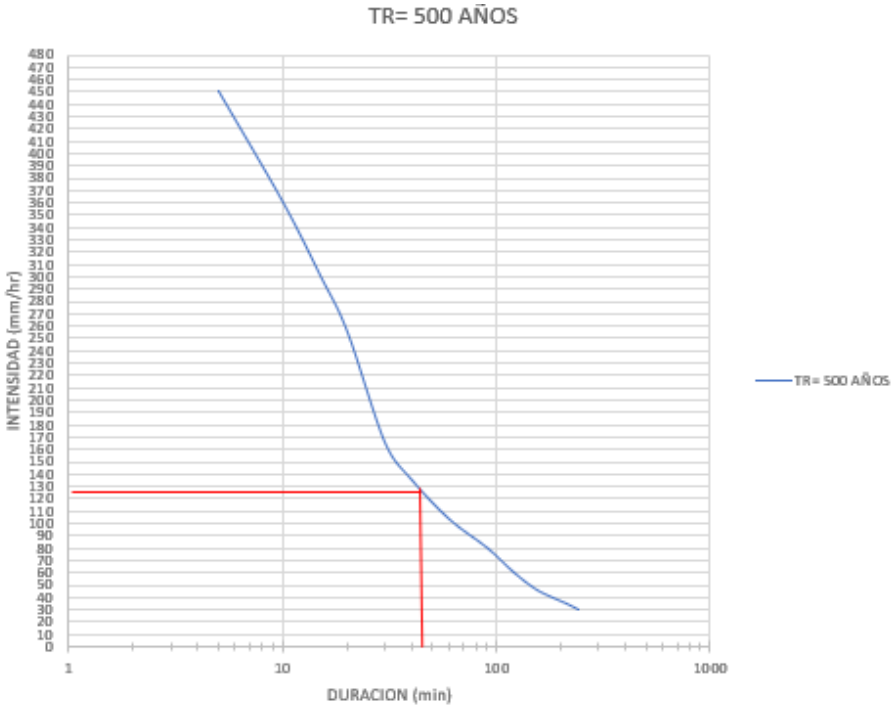
TABLA II. 11 TIEMPO DE DURACIÓN

TR= 500 AÑOS				
Duración t,(min)	**I (mm/hr)**			
5	450			
10	360			
15	300			
20	255		D (min)	I (mm/h)
30	165		40.00	135.00
40	135		34.18	125.69
60	103		60.00	103.00
90	80			
120	60			

150	47			
180	40			
210	35			
240	30			

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

IMAGEN II. 15 TIEMPO DE DURACIÓN



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

Coeficientes de escurrimiento.

Se elaboró una relación que contuvo todas las zonas identificadas, indicándose para cada una de ellas, su área (Ai), su pendiente (Si), su coeficiente de escurrimiento (Ci) y las condiciones de su superficie, describiéndose su geología, tipo y uso del suelo, así como tipo y densidad de la vegetación.

$$Ce = \frac{\sum_{i=1}^{n} A_i C_i}{A}$$

Se obtuvo el coeficiente de escurrimiento de la cuenca (C) de acuerdo con la siguiente fórmula:
Donde:
C=Coeficiente de escurrimiento de la cuenca (adimensional).
Ai= Área Total de la cuenca i (Km^2).
Ci= Coeficiente de escurrimiento de la Zona (adimensional).
A= Área total de la Cuenca, (Km^2).
n= Numero de Zonas identificadas.

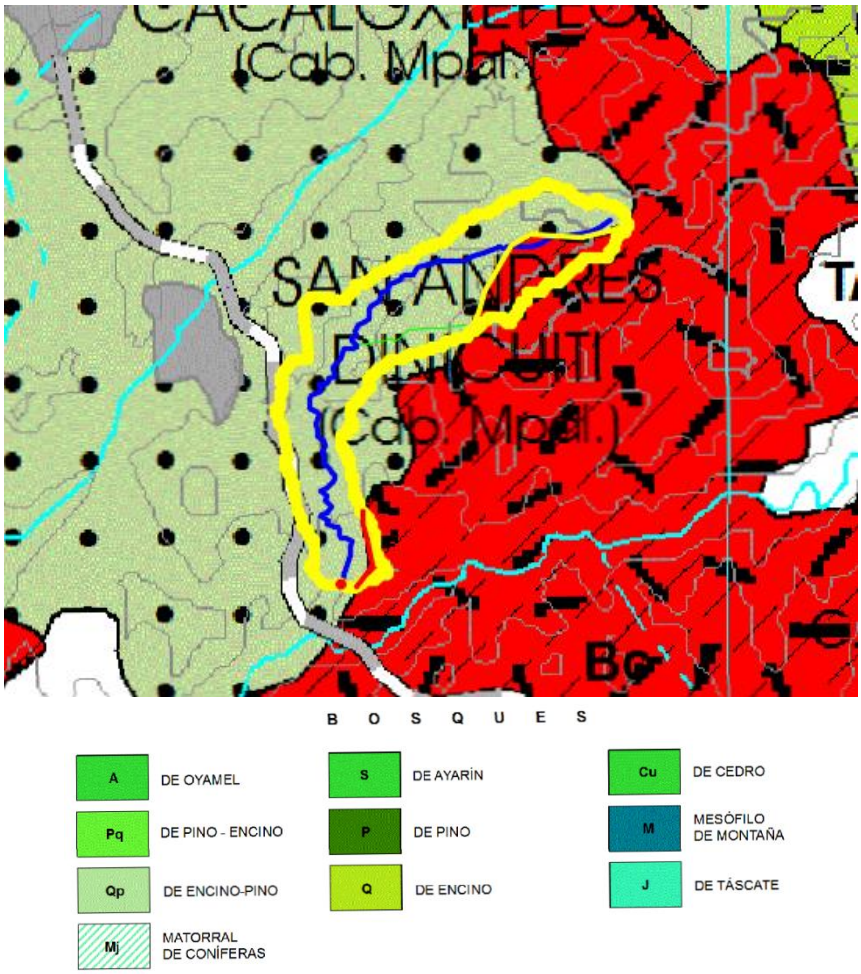
El coeficiente C representa la relación entre el volumen escurrido y el llovido, y depende del tipo de terreno o superficie de la cuenca en estudio. En la tabla siguiente se muestran los valores que se usualmente se adoptan para dicho coeficiente.

TABLA II. 12 TIEMPO DE OBSERVACIÓN PARA DISEÑO DE CARRETERAS

TIPO DEL ÁREA POR DRENAR	PENDIENTE (%)	COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO C
Con césped		
Suelo arenoso	2	0.05 - 0.10
Suelo arenoso	2 a 7	0.10 - 0.15
Suelo arenoso	7	0.15 - 0.20
Suelo grueso	2	0.13 - 0.17
Suelo grueso	2 a 7	0.18 - 0.22
Suelo grueso	7	0.25 - 0.35
Zonas comerciales		
Áreas céntricas		0.70 - 0.95
Áreas vecinas		0.50 - 0.70
Zonas residenciales		
Áreas familiares		0.30 - 0.50
Áreas multifamiliares separadas		0.40 - 0.60
Áreas multifamiliares juntas		0.60 - 0.75
Áreas suburbanas		0.25 - 0.40
Áreas de departamentos habitacionales		0.50 - 0.70
Zonas industriales		
Claros		0.50 - 0.70
Zonas densamente construidas		0.60 - 0.90
Parques y cementerios		0.10 - 0.25
Áreas de recreo		0.20 - 0.35
Patios de FF CC		0.20 - 0.40
Áreas provisionales		0.10 - 0.30
Calles		
Asfaltadas		0.70 - 0.95
De concreto		0.80 - 0.95
Enladrillado		0.70 - 0.85
Calzadas y banquetas		0.75 - 0.85
Azoteas y techados		0.75 - 0.95
Zonas rurales		
Campos cultivados		0.20 - 0.40
Zonas forestadas		0.10 - 0.30

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

IMAGEN II. 16 USO DE SUELO



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

Cálculo de gastos de diseño

Método Racional Americano

Por otro lado, existen diversos métodos racionales y empíricos para determinar el gasto de diseño, en este nuestro caso se optó por el Método Racional Americano, por ser uno de los métodos más aceptados para calcular un alcantarillado pluvial.

Los principales parámetros que intervienen en el proceso de conversión de lluvia a escurrimiento son los siguientes:

- Área total de la cuenca
- Longitud del colector principal
- Distribución de la lluvia en el tiempo
- Precipitación
- Distribución en el espacio de la lluvia y de las características de la cuenca.

Formula del Método Racional Americano:

$$Q = 2.778 \times C \times I \times A$$

Donde:
C= coeficiente de escurrimiento que depende de las características de la cuenca y expresa la relación entre el caudal llovido y el escurrido.
I= intensidad de lluvia (mm/h)
A=área drenada (Ha)

F) Campos cultivados		0,20	0,40
G) Zonas forestadas	---	0,10	0,30
H) Parques y cementerios	---	0,10	0,25
I) Areas de recreo y campos de juego	---	0,20	0,35
J) Azoteas y techados	---	0,75	0,95

NOTA: SE TOMA COMO VALOR INTERMEDIO DEL MINIMO Y MAXIMO DE LOS VALORES DEL COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO

Km	Observ.	Esviaje	Sentido del Escurrimiento	Datos Hidrológicos			Análisis hidrológico (Racional)			
				A (km^2)	Long. Cauce (km)	Pend. Del cauce (%)	Tc (min)	Intensidad I (mm/h)	Coef. C.	Q (m^3/s)
12+616	Arroyo	En Curva	Derecho	4.11	3.17	3.75%	34.18	129.82	0.25	37.08

Método Ven Te Chow

Para calcular con este método el gasto máximo correspondiente a un periodo de retorno, se procedió como sigue:
Dependiendo de las características del suelo de la cuenca en estudio, éste se clasificó dentro de alguno de los siguientes tipos:

- Tipo A Suelos con potencial de escurrimiento mínimo. Incluye gravas y arenas de tamaño medio, limpias y mezclas de ambas.
- Tipo B Suelo con infiltración media inferior a la del tipo A. Incluye arenas finas, limos orgánicos e inorgánicos, mezclas de arena y limo.
- Tipo C Suelos con infiltración media inferior a la del tipo B. Comprende arenas muy finas, arcillas de baja plasticidad, mezclas de arena, limo y arcilla.
- Tipo D Suelos con potencial de escurrimiento máximo. Incluye principalmente arcillas de alta plasticidad, suelos poco profundos con subhorizontes casi impermeables cerca de la superficie.

Según el tipo de suelo, clasificado como se indica en el párrafo anterior, y de acuerdo con las características de la superficie de la cuenca, a partir de la Tabla se determinó el número de escurrimiento (n).

TABLA II. 13 SELECCIÓN DEL NÚMERO DE ESCURRIMIENTO η

Uso de la tierra o cobertura	Condición de la superficie	Tipo de suelo			
		A	B	C	D
Bosques sembrados y cultivados	Ralo baja transpiración	45	66	77	83
	Normal transpiración media	36	60	73	79
	Espeso o alta transpiración	25	55	70	77
Caminos	De tierra	72	82	87	89
	De superficie dura	72	84	90	82
Bosques naturales	Muy ralo o baja transpiración	56	75	86	81
	Ralo, baja transpiración	46	68	78	84
	Normal, transpiración media	36	60	70	76
	Espeso o alta transpiración	26	52	62	69
	Muy espero o alta transpiración	15	44	54	61
Descanso (sin cultivo)	Surcos rectos	77	86	91	94
Cultivos de surco	Surcos rectos	70	80	87	90
	Surcos en curvas de nivel	67	77	83	87
	Terrazas	64	73	79	82
Cereales	Surcos rectos	64	76	84	88
	Surcos en curvas de nivel	62	74	82	85
	Terrazas	660	71	79	82
Leguminosas (sembradas con maquinaria al voleo) o potrero de rotación	Surcos rectos	62	75	83	87
	Surcos en curvas de nivel	60	72	81	84
	Terrazas	57	70	78	82
Pastizal	Pobre	68	79	86	89
	Normal	49	69	79	84
	Bueno	39	61	74	80
	Curvas de nivel, pobre	47	67	81	88
	Curvas de nivel, normal	25	59	75	83
	Curvas de nivel, bueno	6	35	70	79
Potrero (permanente)	Normal	30	58	71	78
Superficie impermeable		100	100	100	100

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

SI existen varias zonas con suelos de tipos diferentes, para cada una de ellas se determina su número de escurrimiento (n_i), así como su área (A_i) y se obtuvo el número de escurrimiento de toda la cuenca aplicando la siguiente fórmula:

$$n = \frac{\sum_{i=1}^{n} A_i C_i}{A}$$

Donde:
n = Número de escurrimiento de la cuenca en estudio, adimensional
ni = Número de escurrimiento de la zona i, adimensional
Ai = Área de la zona i, (km^2)
A = Área total de la cuenca, (km^2)
k = Número de zonas identificadas

Con una duración de la tormenta (t), en minutos o en horas, según se requiera, se entró verticalmente en las curvas de intensidad-duración-periodo de retorno, hasta la curva correspondiente al periodo de retorno establecido y se determinó horizontalmente la intensidad de lluvia en milímetros por hora.

Se calculó la altura de precipitación (P) correspondiente a la intensidad de lluvia determinada como se indicó en el párrafo anterior, multiplicando ésta por la duración de la tormenta seleccionada y se transformó a centímetros.
Con el número de escurrimiento (n) y la altura de precipitación (P), se determinó la precipitación en exceso (P_e) con la siguiente fórmula:

$$P_e = \frac{\left[P - \frac{508}{n} + 5.08\right]^2}{P - \frac{2.032}{n} - 20.32}$$

Donde:
Pe = Precipitación en exceso para la duración de tormenta seleccionada y el Tr establecido, (cm)
P = Altura de precipitación para la duración de tormenta seleccionada y el Tr establecido, (cm)
n = Número de escurrimiento de la cuenca en estudio, adimensional

Con base en la precipitación en exceso (P_e) y la duración de la tormenta (t) seleccionada, se determinó el factor de escurrimiento (X), en centímetros por hora, con la siguiente ecuación:

$$X = \frac{P_e}{t}$$

Donde:
X = Factor de escurrimiento, (cm/h)
Pe = Precipitación en exceso para la duración de tormenta seleccionada y el Tr establecido, (cm)
t = Duración de la tormenta seleccionada, (h)

Con la longitud del cauce principal (L) convertida a metros y su pendiente media (S_c) expresada en por ciento, se calculó el tiempo de retraso (t_r), mediante la siguiente fórmula:

$$t_r = 0.00505\left(\frac{L}{Sc}\right)^{0.64}$$

Donde:
tr = Tiempo de retraso, (h)
L = Longitud del cauce principal, (m)
Sc = Pendiente media del cauce principal, (%)
Se calculó la relación entre la duración de la tormenta seleccionada y el tiempo de retraso (t/tr), se determinó el factor de reducción del pico (Z), adimensional.

El gasto producido por la precipitación con la duración de la tormenta seleccionada, para el periodo de retorno establecido, se calculó con la siguiente fórmula:

$$Q = 2.78 \times AXZ$$

Donde:
Q = Gasto para la duración de la tormenta seleccionada y el periodo de retorno establecido, (m^3/s)
A = Área de la cuenca, (km^2)

X = Factor de escurrimiento, (cm/h)
Z = Factor de reducción del pico, adimensional

TABLA II. 14 RESULTADO DEL MÉTODO DE VEN TE CHOW

$\eta =$ 67.75
I (mm/hr)= 128.82 I (cm/hr)= 12.882 2.147

d (hrs)	I (mm/hr)	I(cm/h)	P (cm)	Pe (cm)	X	Tp	d/Tp	Z	Q (m3/s)
0.08	350	35	2.8	0.01170318	0.14628978	0.58	0.13893469	0.10908325	0.18233023
0.17	275	27.5	4.675	0.35507965	2.08870383	0.58	0.29523621	0.22355655	5.33520208
0.25	225	22.5	5.625	0.67237214	2.68948856	0.58	0.4341709	0.32497784	9.98642549
0.33	210	21	6.93	1.22628589	3.71601784	0.58	0.57310558	0.43286032	18.37859
0.5	175	17.5	8.75	2.17648615	4.35297229	0.58	0.86834179	0.59961902	29.822766
0.67	140	14	9.38	2.5441201	3.79719417	0.58	1.163578	0.72701777	31.5423794
1	105	10.5	10.5	3.23815644	3.23815644	0.58	1.73668359	0.91584113	33.8847735
1.5	75	7.5	11.25	3.7284081	2.4856054	0.58	2.60502538	1	28.4000302
2	50	5	10	2.92232541	1.4611627	0.58	3.47336717	1	16.6949528
2.5	45	4.5	11.25	3.7284081	1.49136324	0.58	4.34170897	1	17.0400181
3	36	3.6	10.8	3.43197325	1.14399108	0.58	5.21005076	1	13.0710133
3.5	30	3	10.5	3.23815644	0.92518755	0.58	6.07839255	1	10.571008
4	25	2.5	10	2.92232541	0.73058135	0.58	6.94673435	1	8.3474764

USO DE SUELO			
A. DE CUENCA	(km2)		COEF.
AREA TOTAL	4.11	100%	
PASTIZAL N= 69	3.54	86%	59.4306569
SELVA N= 60	0.57	14%	8.32116788
			67.75

Q(m^3/s)= 33.8848

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

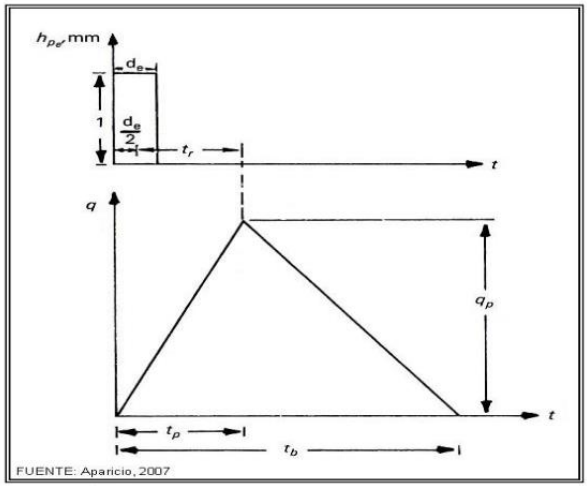
Método del Hidrograma Unitario Triangular (HUT)

Los métodos que se basan en hidrogramas unitarios sintéticos permiten obtener hidrogramas unitarios a partir de las características generales de la cuenca. Uno de estos métodos es el hidrograma unitario triangular, desarrollado por Mockus (1957, en Aparicio, 2007). La figura presentada esquematiza este tipo de hidrograma. En un hidrograma triangular, el gasto pico se calcula:

$$q = \frac{0.555\ A}{t_b}$$

Donde:
q= gasto pico unitario, en m^3 /s / mm
A = área de la cuenca, en km^2
Tb= tiempo base, en hrs

IMAGEN II. 17 DIAGRAMA TRIANGULAR UNITARIO



Fuente: Mockus (1957), en Aparicio, (2007)

Del análisis de varios hidrogramas, Mockus determinó que el tiempo base puede calcularse en función del tiempo pico:

$t_b = 2.67\ t_p$

El tiempo pico es:

$$t_p = \frac{d_e}{2} + t_r$$

La duración en exceso con la que se tiene mayor gasto del pico, a falta de mejores datos, se puede calcular como:

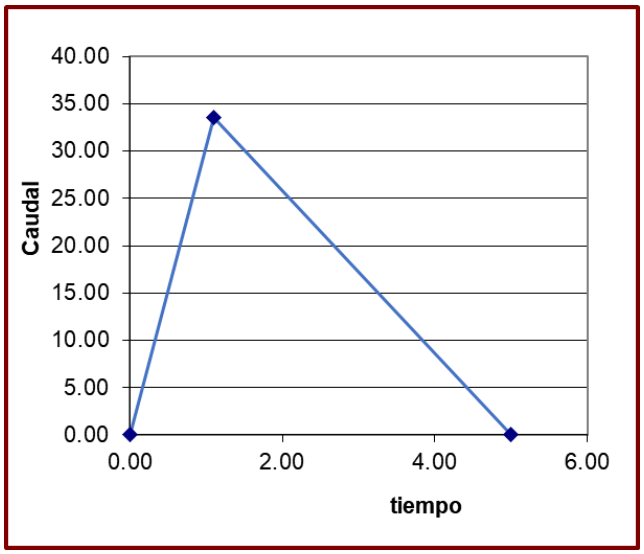
$d_e = 2\sqrt{t}$

TABLA II. 15 RESULTADOS DEL MÉTODO HIDROGRAMA UNITARIO TRIANGULAR

Datos de entrada		Cálculos	
Long. Caunce	3.17 km	Pendiente	0.0375
Cota máx.	1,756 m	Tiempo de concentración	0.57 Hr
Cota mín.	1,615 m	Duración en exceso	1.51 Hr
Área de la cuenca	4.11 km^2	Tiempo de retraso	0.34 Hr
Precipitación	73.43 mm	Tiempo pico	1.10 Hr
Caudal de la punta	33.50 m^3/s	Tiempo base	5.00 Hr

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

IMAGEN II. 18 DIAGRAMA TRIANGULAR UNITARIO PARA EL ÁREA DEL PROYECTO



Fuente: Mockus (1957), en Aparicio, (2007)

Conclusiones

TABLA II. 16 RESUMEN DE GASTOS OBTENIDOS POR MÉTODOS RACIONAL AMERICANO, HIDROGRAMA UNITARIO TRIANGULAR Y VEN TE CHOW

Racional americano	H. Unitario triangular	Ven Te Chow
37.08 m^3/seg	33.50 m^3/seg	33.80 m^3/seg

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

Cabe señalar que, de acuerdo con sus hipótesis y rangos de aplicación, los dos métodos semiempíricos son adecuados, y al ser el método de Chow más confiable, se adopta como gasto de estudio.

A partir de los gastos de diseño, y aceptando que las aportaciones pluviales se desalojarán de manera superficial hasta el punto más bajo de cada cuenca esto mediante las estructuras de Proyecto, se procedió a efectuar los análisis hidráulicos.

II.2 CARACTERISTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

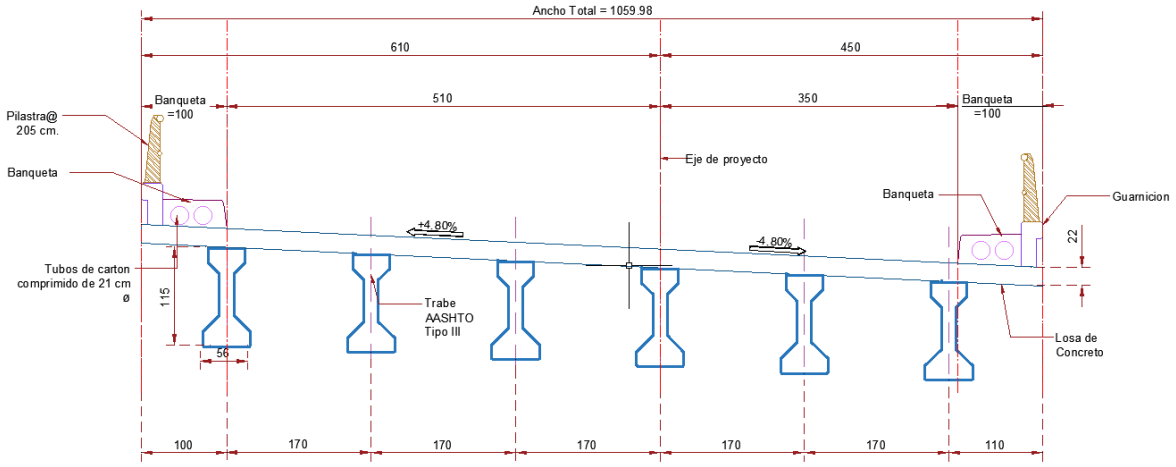
El proyecto quedará clasificado como un puente al cual se le **Puente vehicular ubicado en el km 12+616, sobre el camino Santo Domingo Yodohino - San Andrés Dinicuiti, con una longitud aproximada de 30.0 m, más accesos, ubicado en el estado de Oaxaca,** y consistirá en una superestructura formada por una losa de concreto reforzado de 4 cm de espesor, colada en el sitio, con un ancho total de 10.68 metros y un ancho de calzada de 8.68 metros, apoyada sobre trabes Tipo AASHTO IV separada a 1.77 metros con dos claros de 15.23 y soportada en sus extremos sobre apoyos de neopreno ASTM D2240.

TABLA II. 17 ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO

Longitud de la estructura	30 metros
Longitud de Acceso 1	5.84 metros
Longitud de Acceso 2	5.84 metros
Longitud total del proyecto	41.68 metros
Ancho de calzada a proyectar (ACP)	8.60 metros
Ancho de banquetas y guarniciones	0.75 metros
Ancho total por proyectar (ATP)	10.60 metros
Claros de diseño	2 de 14.40 metros
Espesor de losa	22 cm
Espesor de carpeta	4 cm
No. de Carriles	2 de ancho variable de 3.5 a 5.1 metros
Tipo de trabes	AASHTO
No. de trabes tipo AASHTO	6 AASHTO IV
No. terraplén de acceso	2
Longitud de terraplén de acceso	Dos de Longitud Variable

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

IMAGEN II. 19 EJEMPLO DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL DE LA ESTRUCTURA



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

Superficie de ocupación (en m²)

El puente se ubica sobre el cruce del "Río Sin Nombre" entre los municipios de San Andrés Dinicuiti y Santo Domingo Yodohino en el estado de Oaxaca. La Longitud total de la estructura del puente es de 30 metros, mientras que sus accesos suman 11.68 metros de longitud los que se incluyen los terraplenes para el adecuando acceso al puente, es decir una longitud total del proyecto de 41.68 metros. El total de la superficie requerida incluyendo terraplenes de acceso es de 486.65 m².

Superestructura

Formada por un solo tramo de losa de concreto reforzado sobre trabes de concreto precolado presforzado de dos claros de 14.40 metros. Ancho total de 10.6 metros y un ancho de calzada y carpeta de 8.6 metros, para una carga móvil tipo I.

Subestructura

Formada por caballetes conformados por cabezales, diafragmas, pantallas, topes laterales y aleros. Plantilla con 22 cm de espesor con concreto simple de f´c=100 Kg/cm². Apoyos de neopreno ASTM D2240.

Accesos

El acceso 1 tendrá una longitud de 5.84 metros y el acceso 2 de una longitud de 5.84 metros lo que da un total de 11.68 metros de longitud con un ancho variable de 7 metros a 10.6 metros para una superficie de ocupación de 124.1 m². El terraplén de acceso será compactado al 95% de su P.V.D. según pruebas AASHTO estándar.

Taludes

Los taludes de los terraplenes de los accesos, de acuerdo con las características del material a utilizar, serán de 1.7:1, lo cual asegurar su estabilidad, además de que propiciará el crecimiento de cobertura vegetal para su protección e integración al medio, los terraplenes de acceso tienen una superficie de ocupación de 44.72 m².

Superficies de afectación del proyecto.

Para poder determinar la superficie de ocupación del proyecto es importante recordar que tanto la estructura como los accesos van soportado por pilotes, lo anterior para evitar afectar los patrones hidrodinámicos de la región, así como la menor afectación posible al suelo y vegetación presente en el sitio.

TABLA II. 18 SUPERFICIES DE OCUPACIÓN DEL PROYECTO

Descripción	Ocupación	Área (m²)
Acceso 1	Camino existente	62.52
Terraplén de acceso 1	Camino existente	31.57
Superestructura	Camino existente	317.83
Acceso 2	Camino existente	61.58
Terraplén de acceso 2	Camino existente	13.15
Total		**486.65**

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

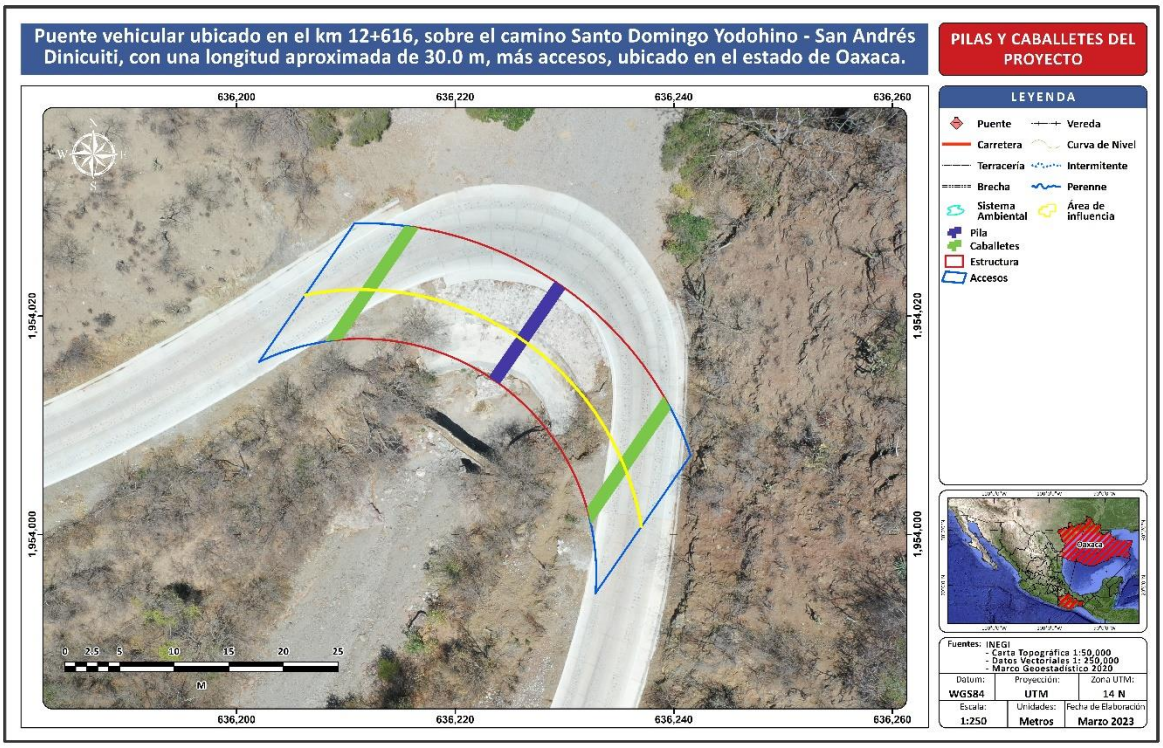
El proyecto contempla la instalación dos caballetes en los extremos de la estructura y una pila central, cada caballete y pila está integrado por 6 pilastras, como se muestran en la imagen II.17. esta superficie de es mucho menor, a continuación, se presentan las superficies de los caballetes y las pilas.

TABLA II. 19 SUPERFICIES DE OCUPACIÓN DE LOS CABALLETES DEL PROYECTO

Descripción	Área (m²)
Dos caballetes de 15.17 m²	30.34
Pila de 12.72 m²	12.72
Total	43.06

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

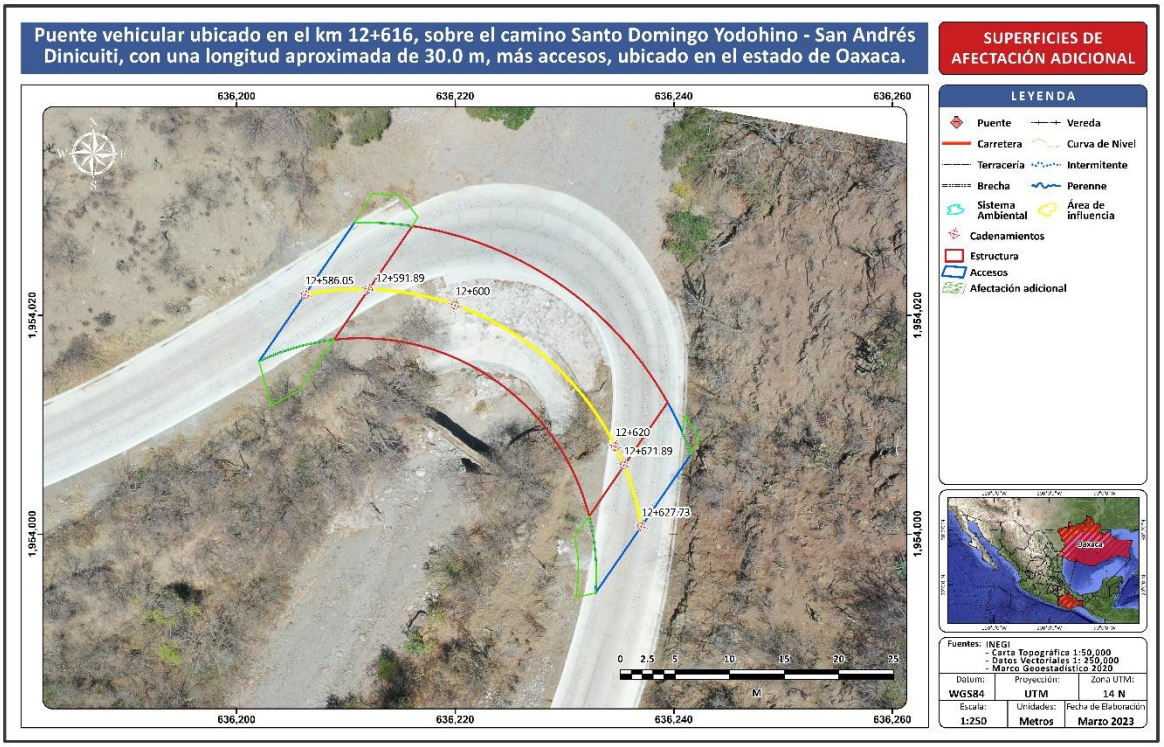
IMAGEN II. 20 CABALLETES Y PILAS DEL PROYECTO



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

Por la ejecución del proyecto no se afectara superficie adicional al camino existente, por lo que no es necesaria la solicitud de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

IMAGEN II. 21 SUPERFICIES DE AFECTACIÓN DEL PROYECTO



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

Como se aprecia en la imagen anterior el proyecto se estable sobre el camino existente por lo que no se aprecian superficies de afectación adicional.

Ocupación en Zona Federal

La Ley de Aguas Nacionales define la Zona Federal como:

> *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 los ríos, estas fajas se delimitarán a partir de cien metros río arriba, contados desde la desembocadura de éstos en el mar. En los cauces con anchura no mayor de cinco metros, el nivel de aguas máximas ordinarias se calculará a partir de la media de los gastos máximos anuales producidos durante diez años consecutivos. Estas fajas se delimitarán en los ríos a partir de cien metros río arriba, contados desde la desembocadura de éstos en el mar. En los orígenes de cualquier corriente, se considera como cauce propiamente definido, el escurrimiento que se concentre hacia una depresión topográfica y forme una cárcava o canal, como resultado de la acción del agua fluyendo sobre el terreno. La magnitud de la cárcava o cauce incipiente deberá ser de cuando menos de 2.0 metros de ancho por 0.75 metros de profundidad;*

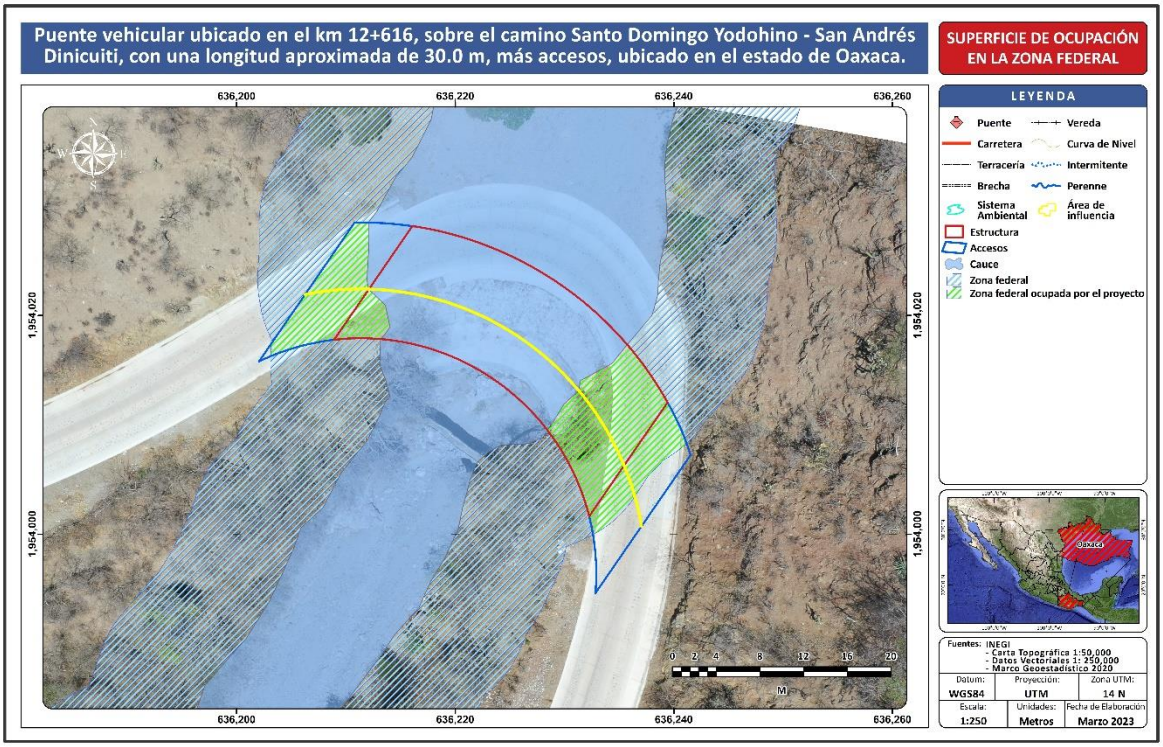
Como se muestra en la imagen siguiente, conforme a la red hidrográfica del INEGI, 1:50 000, y conforme a lo descrito en el presente documento, proyecto libra el "Río Sin Nombre" para dicho cuerpo de agua la zona federal se calcula de 10 metros a cada margen, como se aprecia continuación.

TABLA II. 20 SUPERFICIES DE OCUPACIÓN EN LA ZONA FEDERAL

Zona federal	Área (m^2)
Margen noroeste	62.39
Margen sureste	114.54
Total	176.93

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

IMAGEN II. 22 SUPERFICIES DE OCUPACIÓN EN LA ZONA FEDERAL



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

Caminos de acceso a la obra. Cómo se ha mencionado anteriormente la estructura es completamente nueva, pero se tiene accesos por ambos márgenes del "Río Sin Nombre", por lo que se emplearán dos frentes de trabajo y los caminos existentes serán empleados para llegar al sitio del trabajo.

Bancos de materiales. Los materiales serán adquiridos en lugares establecidos en la zona, así como de bancos comerciales en explotación. Cabe señalar que debido a la naturaleza del proyecto el movimiento de materiales es mínimo, así mismo el material dragado será dispuesto en un banco de tiro.

Otras obras. No se contemplan otras obras permanentes solo se considera la instalación de un taller temporal a un costado de la construcción del puente en la zona que se aprecia como agricultura de temporal para la fabricación de las trabes, y un patio de maquinaria. Dicho espacio es propuesto por las condiciones del mismo predio, pero la empresa constructora deberá gestionar los permisos necesarios ante los dueños y ante las instancias legales para poder usarlo.

La otra opción es que muy cerca de la zona de trabajo se localiza el Municipio de Santo Domingo Yodohino y San Andrés Dinicuiti, en el cual se pueden cubrir las necesidades del campamento temporal y evitar daños al entorno, pero esto debe ser gestionado por la misma empresa al momento de iniciar con sus trabajos.

Otros Servicios auxiliares para la operación. Deberá contarse en el sitio con una planta portátil de generación de energía eléctrica para los equipos que la requieran, además, el agua utilizada en las actividades de construcción, así como el agua potable requerida. Otros suministros y servicios podrán adquirirse en la población de Santo Domingo Yodohino y San Andrés Dinicuiti, o en su defecto la Ciudad de Huajuapan de León.

II.2.1 PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO

En la siguiente tabla se presenta el programa general de trabajo que incluye las actividades previas y las de construcción del **Puente vehicular ubicado en el km 12+616, sobre el camino Santo Domingo Yodohino - San Andrés Dinicuiti, con una longitud aproximada de 30.0 m, más accesos, ubicado en el estado de Oaxaca** las operaciones de mantenimiento y conservación del puente se llevarán a cabo a lo largo de su vida útil, de lo cual se encargará la dependencia que sea responsable de mantenimiento de este. Así mismo, por ser una vía de comunicación, no se tiene contemplado el abandono de la obra.

TABLA II. 21 PROGRAMA DE ACTIVIDADES DE LA OBRA

ACTIVIDAD	AÑO 1						AÑO 2				AÑO 3				AÑO 4				AÑO 5				AÑO 6			
	MESES						TRIMESTRE				TRIMESTRE				TRIMESTRE				TRIMESTRE				TRIMESTRE			
	2	4	6	8	10	12	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
ASIGNACION DE PRESUPUESTOS																										
Licitación y Adjudicación de la obra	x	x																								
Trámites y permisos		x	x	x	x	x																				
Asignación de los recursos presupuestales.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x																
Proyecto Ejecutivo										x	x	x	x	x	x											
Estudios geotécnicos, levantamiento topográfico, estudio de bancos de materiales										x	x	x	x	x	x											
Medidas de prevención																x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Medidas de mitigación																x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Medidas de compensación																x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
PREPARACIÓN DEL SITIO																										
Instalación de taller y bodega																x										
Colocación de señalamientos de obra																x	x									
Trazo y nivelación																	x	x	x							
Deshierbe, despalme de terreno y demolición estructura existente																	x	x	x							
Limpieza del terreno																x										
CONSTRUCCIÓN																										
Excavación para estructuras																			x	x						
Concreto hidráulico en plantilla para desplante de estribos y pilas.																			x	x						
Concreto hidráulico en cuerpo de pilas, estribos y aleros.																			x	x						
Concreto hidráulico: En coronas de estribos y pilas, así como en pantallas laterales, topes antisísmicos y bancos de apoyo de estribos y pilas.																					x	x	x			
SUPERESTRUCTURA DEL PUENTE Y ACCESOS																										
Concreto hidráulico: En diafragmas, en pre-losas de superestructura, en losas de superestructura																							x			
Concreto hidráulico: En banquetas de camellón central.																							x	x		
Concreto asfáltico en carpeta.																								x	x	
SEÑALAMIENTOS																										
Instalación de señalamientos																x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Limpieza de la obra																										x

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

Así mismo previo al inicio de la construcción del proyecto se estima un tiempo de tres años para poder gestionar todos los permisos necesarios, así como los recursos para la construcción del proyecto, una vez obtenidos se iniciará la construcción de la obra, la cual se estima en tres años. Por lo que el tiempo para desarrollar el proyecto será de seis años. Dentro de los estudios de campo y gabinete podemos encontrar los siguientes:

- Trabajos de campo:
  - Estudio de mecánica de suelo para obtener las características geotécnicas sobre el eje de trazo y poder desarrollar su geometría.
  - Se realizó el levantamiento topo hidráulico para saber las características actuales del río y poder obtener el eje del trazo.
  - Se realizó un recorrido geológico para reconocer los afloramientos en el área de estudio para ubicar los bancos de préstamo.
- Trabajos de gabinete:
  - Identificación de unidades ambientales.
  - Descripción de las características sociales, económicas y culturales de la localidad involucrada.

II.2.2 PREPARACIÓN DEL SITIO

La preparación del sitio consiste en el despalme de la zona donde se desplantarán las estructuras del puente, así como la demolición de las partes de subestructura existentes En esta etapa se deberán realizar estas actividades sólo en los lugares señalados por el proyecto para el desplante de estructuras; se evitará el despalme de toda el área que abarca. Las tareas que se incluyen dentro de esta etapa (el deshierbe y despalme), para preparar el terreno donde se ha de realizar la construcción del puente.

- Métodos para prevenir la erosión y estabilidad de taludes: Se compactará el terraplén de acceso al 95%.
- Obras de drenaje pluvial: Cunetas, contracunetas y obras de drenaje menor.
- Trazo: Se realiza el trazo del eje del proyecto sobre el terreno, como referencia para guiar los trabajos de terracerías en cuñas de acceso al puente.
- Terracería en cuñas de acceso al puente: Dentro de esta actividad se llevará a cabo la compactación del terreno natural, para posteriormente formar y compactar terraplenes acondicionados con sus cuñas de sobreancho.

Deshierbe

El deshierbe es la remoción de la vegetación herbácea existente en el sitio derecho de vía, con objeto de eliminar la presencia de material vegetal de forma manual, impedir daños a la obra y mejorar la visibilidad.
El deshierbe comprende:

- Roza que consiste en cortar y retirar la maleza, hierba, zacate o residuos de siembra.
- Desenraice, que consiste en sacar los troncos o tocones con o sin raíces
- Limpia y disposición final, que consiste en retirar el producto del deshierbe al banco de tiro que indique el proyecto o apruebe la Secretaría.

Los residuos producto del deshierbe se cargarán y transportarán al sitio o bancos de tiro, en vehículos adecuados o con cajas cerradas y protegidas con lonas, que impidan la contaminación del entorno o que se derramen.

Despalme

El despalme es la remoción del material superficial del terreno, de acuerdo con lo establecido en el proyecto aprobado por la SCT Oaxaca, con objeto de evitar la mezcla del material de las terracerías con materia orgánica o con depósitos de material no utilizable.

El equipo que se utilice para el despalme será el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto, en cantidad suficiente para producir el volumen establecido en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, conforme al programa de utilización de maquinaría, siendo responsabilidad del Contratista de obra su selección. Dicho equipo será mantenido en óptimas condiciones de operación durante el tiempo que dure la obra y será operado por personal capacitado.

Esta actividad será mínima al ser un área sin vegetación establecida y con una superficie ínfima respecto al proyecto.

IMAGEN II. 23 CONDICIONES DEL CAMINO EXISTENTE



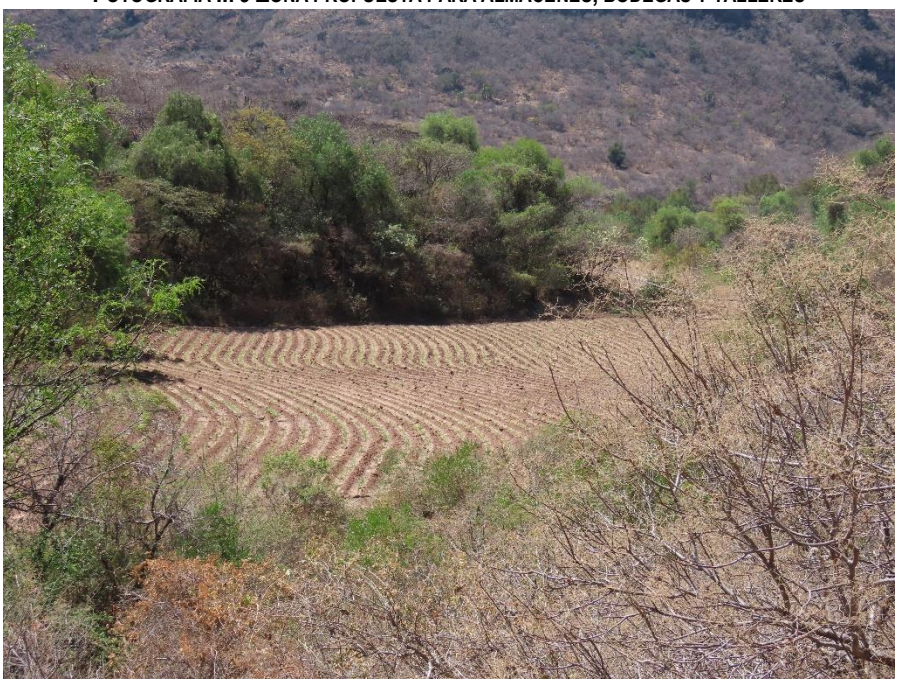
Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

II.2.3 DESCRIPCIÓN DE OBRAS Y ACTIVIDADES PROVISIONALES DEL PROYECTO

Se entiende por obras provisionales a todas aquellas obras que el contratista debe diseñar, construir, instalar y retirar, y que son necesarias para la construcción del proyecto. Para el proyecto se puede considerar la instalación de las siguientes obras provisionales, aunque es importante mencionar que el diseño e instalación de estas obras quedará a cargo de la empresa constructora, así como las especificaciones particulares de cada una de ellas, por lo que a continuación se muestra únicamente una descripción general de las obras que se prevé que la empresa constructora requerirá:

- **Caminos de acceso:** Para llegar al sitio destinado a la construcción del PUENTE, se utilizarán los caminos existentes que conectarán la estructura, por lo que NO se requerirá la apertura de caminos de accesos.
- **Almacenes, bodegas y talleres:** Se establecerá un almacén provisional para el resguardo de materiales que se localizará en el derecho de vía, en terrenos desprovistos de vegetación. Sus dimensiones serán de aproximadamente 11 m^2 y su estructura será hecha a base de madera, cartón y lamina. No será necesario el retiro de vegetación para su instalación, se prohibirá almacenar materiales inflamables, grasas, aceites y/o combustibles, por lo que únicamente se guardarán herramientas básicas y materiales para la construcción.

FOTOGRAFÍA II. 9 ZONA PROPUESTA PARA ALMACENES, BODEGAS Y TALLERES



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

- **Campamentos y dormitorios:** Los trabajadores serán originarios principalmente de las localidades aledañas al proyecto, por lo que no será necesaria la construcción de campamentos o dormitorios ya que al término de cada jornada laboral los trabajadores regresarán a sus hogares, para el caso de que estos llegasen a pernoctar, existe la posibilidad de que, en el Municipio de San Andrés Dinicuiti se alberguen en una casa que sea rentada para dicho fin.
- **Instalaciones sanitarias:** Únicamente durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto se instalarán sanitarios móviles en una proporción de 1 por cada 20 trabajadores por medio de una empresa que ofrezca este servicio; la misma empresa, se encargará de ofrecer el mantenimiento de los sanitarios y de la recolección y tratamiento del agua residual que se genere. La ubicación de los sanitarios será acorde al avance de obra.
- **Bancos de material:** Para el abastecimiento de materiales, el proyecto los utilizará los bancos más cercanos al sitio que cuenten con autorizaciones para dicho fin.
- **Planta de tratamiento de aguas residuales:** Debido a las características del proyecto, no será necesaria la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales.
- **Sitios para la disposición de residuos:** Los residuos que se prevé que se generarán durante las actividades de preparación del sitio, son los que se derivarán de las actividades de despalme, así como algunos residuos domésticos (bolsas y envases de plástico, latas, papel, basura orgánica, etc.) que generarán las cuadrillas de trabajadores. En las actividades de despalme, no se contempla la generación de residuos peligrosos, sin embargo durante la etapa de construcción de la obra se prevé la generación de envases de lubricantes, aditivos y aceite de dos tiempos, residuos diversos de la obra (metales, varilla, cimbras, alambre), así como desechos domésticos en general, los cuales serán depositados en contenedores apropiados que estarán señalados en el programa integral de manejo de residuos, indicando el tipo de residuo que se deberá depositar en los mismos, clasificándola en basura orgánica e inorgánica, para que posteriormente se recolecten al final de cada jornada laboral y se dispongan en el relleno sanitario municipal o de la región. Los contenedores de residuos estarán localizados al frente de obra y se reubicarán conforme el avance de esta.

- **Residuos de obra:** Será material terrígeno sobrante, además se consideran los materiales producto de la demolición de los estribos existentes, los materiales terrígenos podrán ser utilizados como material de cubierta en el relleno sanitario municipal o en los bancos de materiales, por otra parte, los residuos generados de la demolición como cascajo, varillas, etc., deberá ser depositado en los bancos de tiro que señalen las autoridades locales correspondientes, además su disposición deberá apegarse a los procedimientos locales vigentes, así como en su caso a los planes de manejo municipales en caso de que existan.
- **Basura:** Se genera este tipo de residuos los cuales serán recolectados por el constructor y llevados al relleno sanitario municipal o donde lo dispongan las autoridades pertinentes; los residuos de refacciones y demás materiales producto de servicios y mantenimiento al equipo deberá ser manejado de acuerdo con el programa integral de manejo de residuos y retirado de la obra conforme a lo establecido en la normatividad vigente.
- **Residuos peligrosos:** En lo que respecta a los aceites usados, filtros, grasas, estopas, pinturas y todo residuo tipificado como residuos peligrosos conforme a la NOM-052-SEMARNAT-2005 que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos, dichos residuos serán clasificados, separados y contenidos por tipo de residuo y recolectados semanalmente por una empresa autorizada para tales fines. Las bitácoras de dicho servicio serán guardadas y reportadas a la SEMARNAT para la verificación de dicho cumplimiento.
- **Patios de maquinaria:** Únicamente será necesario un patio de maquinaria el cual se ubicará al frente de obra, en el área de derecho de vía, así mismo, por las dimensiones del proyecto no se considera que se requiera un área específica y amplia para ello, a consecuencia de la escasa maquinaria que se requerirá para el proyecto. En caso de requerir una superficie como patio o taller provisional, se ubicará dentro de terrenos de algún asentamiento rural cercano a la vialidad y que presenta áreas aptas para dicho fin.
- **Planta de asfalto:** Se pretende utilizar la planta de asfalto más cercana, la cual dará abastecimiento durante la duración de la etapa de construcción del puente, por lo que no será necesario instalar una planta de asfalto en el lugar del proyecto ya que los materiales serán adquiridos y transportados de esta última al frente de trabajo respectivo del proyecto.
- **Aguas residuales:** El proyecto no contempla la generación de aguas residuales, a excepción de las generadas por el uso de los sanitarios móviles; estas aguas residuales serán recolectadas por la misma compañía que sea contratada para otorgar el dicho servicio.

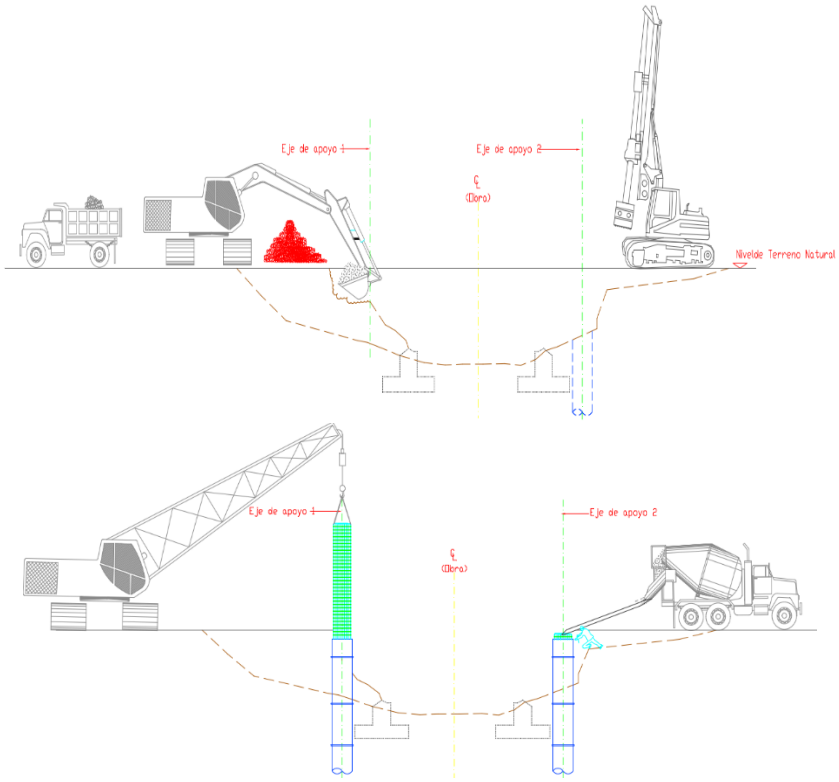
II.2.4 ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

En este rubro se describirá al menos lo siguiente: obras permanentes, asociadas y sus correspondientes actividades de construcción, de ser el caso, tanto sobre tierra firme como en el medio acuático. Es recomendable se describan someramente los procesos constructivos, y en cada caso, señalar las características de estos que deriven en la generación de impactos al ambiente, así como las modificaciones previstas, cuando estas procedan, a dichos procesos para reducir sus efectos negativos. No es útil incluir el catálogo de los conceptos de la obra, sino únicamente la parte o etapa constructiva más representativa. Las fases que componen la construcción del puente son las siguientes:

Fase 1. Plataforma para colado de pilas

a) Se realizará la construcción de una plataforma en cada uno de los ejes de las pilas en la zona del cauce, con un ancho tal que permita la circulación y maniobras del equipo de perforación, así como los trabajos relativos a la fabricación de las zapatas.
b) Una vez terminados los trabajos de construcción de la cimentación se retirará este terraplén, reestableciendo de la mejor manera posible la sección hidráulica del cauce.

IMAGEN II. 24 ESQUEMA DE PLATAFORMA Y COLADO DE PILAS

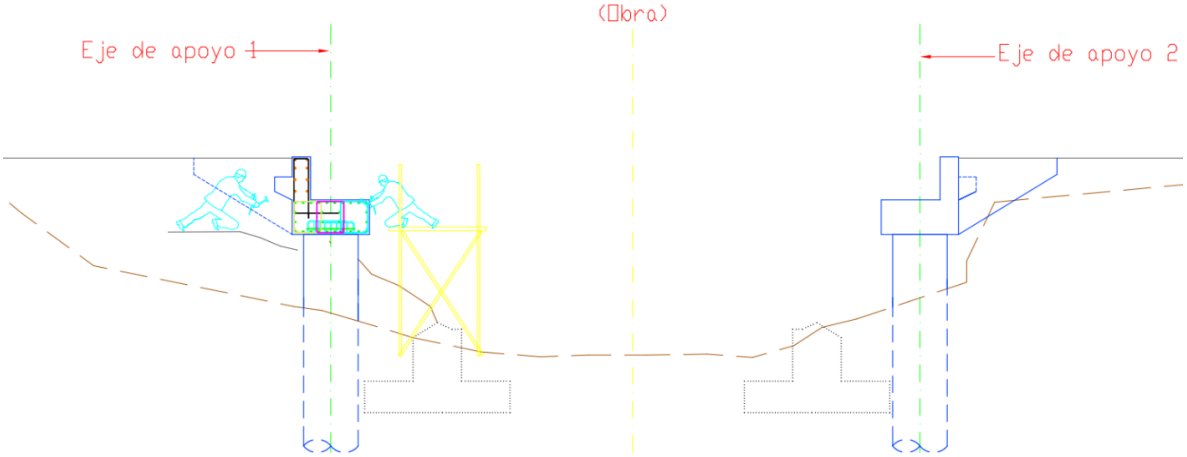


Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

Fase 2. Cimentación, pilas y cabezales

a) Se ejecutarán los trabajos de perforación, habilitado y colocando el acero de refuerzo, así como del vaciado de concreto en pilas de cimentación.
b) Una vez que han sido terminadas las pilas de cimentación se procederá a desarrollar los trabajos de habilitado, colocación de acero de refuerzo y vaciado de concreto en las zapatas.
c) Así mismo, se dejarán las preparaciones para el refuerzo de las pilas.
d) Ya terminados los trabajos antes descritos se procederá a la construcción de las pilas. El colado de estas podrá ser por etapas, dejando juntas horizontales y el adecuado traslape en el acero de refuerzo. Lo anterior con el fin de asegurar el buen vibrado del concreto y por consiguiente la adecuada colocación de este. Se dejarán las preparaciones para el acero de refuerzo del cabezal.
e) En el caso de las zapatas se efectuarán trabajos de excavación y relleno.
f) Se procederá al habilitado y armado del acero de refuerzo en los cabezales y su correspondiente colado.

IMAGEN II. 25 ESQUEMA DE CIMENTACIÓN DE PILAS Y CABEZALES



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

Fase 3. Caballetes

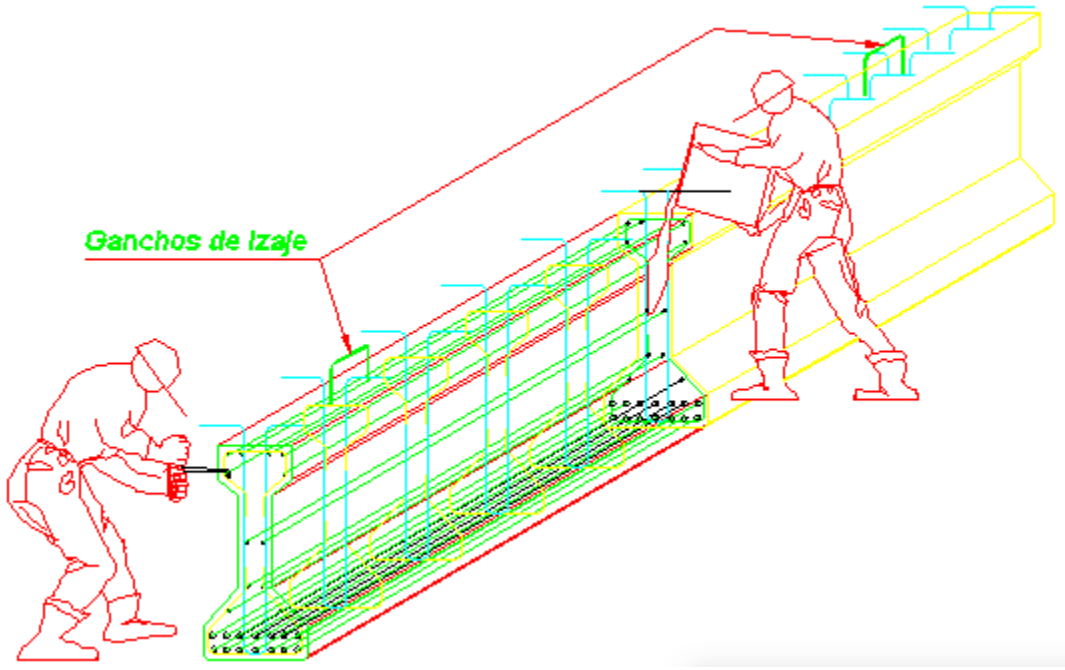
a) Al mismo tiempo que se construye la subestructura de los ejes intermedios se podrán realizar los trabajos correspondientes a la conformación de los terraplenes de acceso.
b) Ya terminados los terraplenes de acceso se podrán realizar los trabajos correspondientes a la construcción de la infraestructura de los apoyos extremos (estribos).
c) Se efectuarán las excavaciones necesarias hasta alcanzar el nivel de desplante de las coronas.
d) Posteriormente, se ejecutarán los trabajos de perforación, habilitado y colocación de acero de refuerzo, así como del vaciado de concreto en las pilas de cimentación. Se dejarán las preparaciones para el acero de refuerzo de las coronas.
e) Una vez que se han terminado los trabajos antes mencionados, se procederá al habilitado y armado del acero de refuerzo, así como el correspondiente vaciado de concreto en las coronas.
f) Se rellenarán las zonas de excavación en el perímetro de los caballetes.
g) Se colocará la protección en los conos de derrame.

Fase 4. Fabricación de trabes y pre-losas

a) Mientras son ejecutados los trabajos de construcción de la subestructura del puente, se realizarán las actividades concernientes a la fabricación de trabes y pre-losas, los cuales podrán desarrollarse en planta o en un patio de fabricación adyacente a la zona del puente.

Este procedimiento se realizará juntamente con el desplante de la estructura. Deberá considerarse un espacio cubierto donde puedan resguardarse y darles mantenimiento a los equipos necesarios para la construcción y tensado de las trabes.

IMAGEN II. 26 TRAZO DE LA ESTRUCTURA Y FABRICACIÓN DE TRABES



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

Fabricación de trabe

- Los moldes para las trabes deberán tener acabado metálico y cumplir con las Especificaciones para construcción de la (SICT)
- El concreto deberá satisfacer en su elaboración, vibrado y curado las prescripciones correspondientes a las especificaciones de (SICT)
- Todo el concreto deberá ser vibrado interior y exteriormente o en ambas formas. Esta operación se hará en forma cuidadosa para impedir el sangrado del concreto.
- Las varillas de acero de refuerzo deberán mantenerse firmemente en su posición, mediante escantillones o separadores de acero o bloques de concreto, no se permitirá el uso de madera para este objeto.
- El concreto deberá presentar, al descimbrar, superficies lisas sin vacíos ni poros.
- El acero de presfuerzo se tensa antes del colado.
- El acero se ancla inicialmente en los muertos de anclaje.
- El concreto se cura a vapor durante un lapso menor de un día.

El contratista certificará que dispondrá de un técnico especializado en trabajos de concreto postensado que conozca el sistema que se pretenda emplear y que vigile la fabricación de las trabes durante las fases fundamentales.

Cuando las pruebas de los cilindros de muestra indiquen que el concreto usado en el colado ya ha alcanzado la siguiente resistencia de ruptura, se soltarán por los torones:

Para F'c=350kg/cm^2

F'c=280kg/cm^2

Los dispositivos para el manejo y la sujeción lateral de las trabes solo podrán ser retirados cuan éstas queden montadas en su posición final y debidamente contraventeadas.

Fase 5. Montaje de trabes y colado de losa

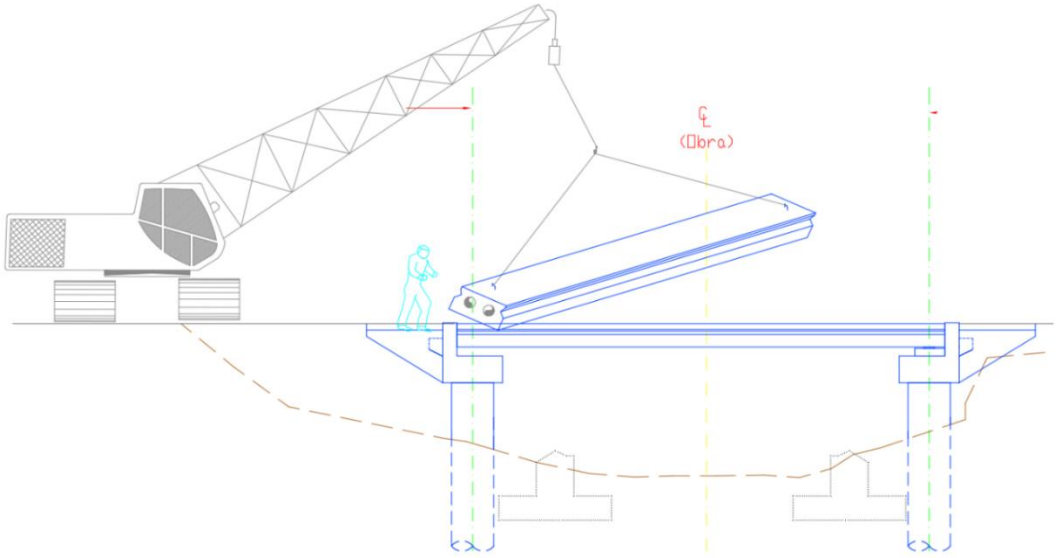
- Excavación en roca a nivel según proyecto para desplante de cimentación.
- Deberá limpiarse el lugar de escombros y vegetación para seguir con el trazo y nivelación del predio.
- Deberá tenerse mucha atención que durante la excavación superficial para los aproches no se tengan taludes abiertos por largos periodos de tiempo, para evitar que el material expuesto se intemperisa por perdida de contenido de agua.
- Habilitado, armado y construcción de cimentación y cabezal. Se colocará la plantilla de concreto simple de f'c=250kg/cm2, se procederá a la construcción de las zapatas dejando anclado el refuerzo del cabezal antes de iniciar el colado. Después se construirá el cabezal.
- Habilitado, armado y construcción de cabezal y topes sísmicos, longitudinales y transversales. El colado deberá realizarse de forma monolítica. Se construirá el cabezal, dejando anclado el refuerzo de los aleros. Para retirar la obra falsa y los moldes, se cumplirá con lo que corresponda del capítulo XXII de las Especificaciones de la S.I.C.T En todas las aristas se harán chaflanes de 2x2cm. La superestructura se podrá apoyar en los cabezales cuando la resistencia del último colado de las coronas sea del 90% del f'c y no antes de 21 días.
- Colocación de neoprenos sobre cabezal.
- Colocación de fondo de la cimbra del diafragmaron madera del mismo espesor de los neoprenos.
- Protección de neoprenos y cimbra de fondo de diafragma con lona.
- Habilitado y armado de acero inferior del diafragma, bajo las trabes.
- Montaje de trabes reforzadas Tipo AASHTO sobre calzas de madera apoyados sobre topes longitudinales y colocación de crucetas en trabes para su fijación.

Colocación

a) Se procederá a la colocación de la estructura de lanzamiento. Esta quedará ubicada de forma tal que permitirá el montaje de las trabes en los tableros. Las trabes serán colocadas sobre los apoyos definitivos, por lo que es sumamente importante que al ser colocadas sean correctamente niveladas y arriostradas para evitar cualquier desplazamiento de estas.
b) Una vez que se han montado las trabes de los tableros antes mencionados, se desplazará la viga de lanzamiento hasta que quede colocada de forma tal que permita la colocación de las trabes de los tableros.
c) Mientras son colocadas las trabes se procederá a la colocación de pre-losas, habilitado y armado de acero de refuerzo, así como el vaciado de concreto en losas de los tableros. Es importante no olvidar colocar el acero de refuerzo necesario para el correcto anclaje de las banquetas y guarniciones, así como las reservaciones para la colocación de la junta de dilatación en los ejes.
d) Una vez que han sido montadas las trabes de los tableros se desplazará la viga de lanzamiento hasta que quede colocada de forma tal que permita la colocación de las trabes.
e) Una vez que han sido colocadas las trabes del tablero, se desplazará la viga de lanzamiento para su desmantelamiento y retiro de la obra.
f) Mientras es retirada la viga de lanzamiento, se ejecutarán los trabajos concernientes a la colocación de pre-losas, habilitado y armado de acero de refuerzo, así como el vaciado de concreto en losas de los tableros.

Montaje de trabes. Las trabes se transportarán invariablemente con el alma vertical y apoyándolas exclusivamente en la zona de sus extremos sin acuñar ni introducir apoyo intermedio alguno. Los cables o tirantes para izar las trabes se conectarán únicamente a los extremos de estas, en los ganchos de izado. Se tomarán todas las precauciones del caso, para evitar el pandeo durante el montaje de las trabes, el colado de los diafragmas y de las losas.

IMAGEN II. 27 MONTAJE DE TRABES



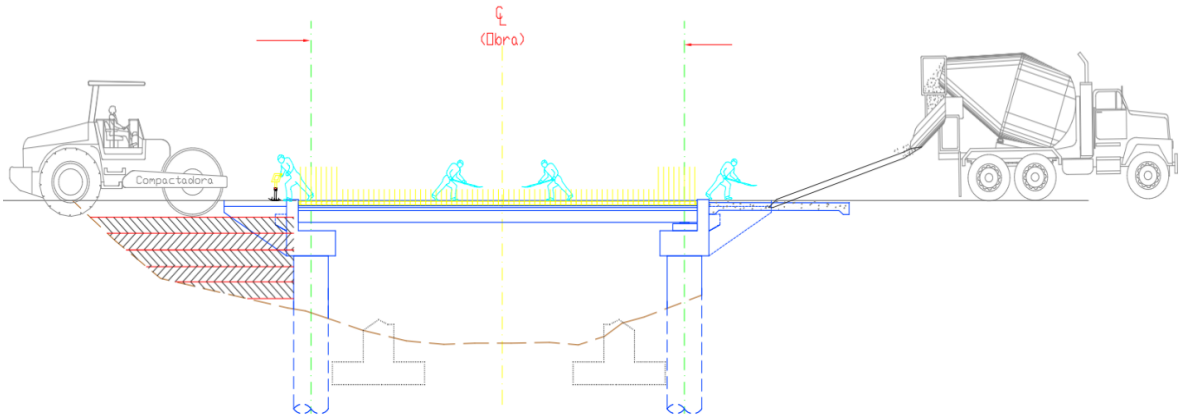
Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

Procedimiento para el montaje de trabes

a. Armado el dispositivo con pórticos y balancines de corrimiento longitudinales.
b. Alimentación de trabes con el auxilio de un "Dolly".
c. Sujeción de las trabes con balancines y corrimiento longitudinal a través del dispositivo.
d. Descenso y posicionamiento de trabes a sus ejes.
    1. Una vez montadas las trabes, se procede a terminar el habilitado y armado de los diafragmas. Terminado el habilitado y armado de los diafragmas se procede a cimbrar los diafragmas para posteriormente iniciar el colado de estos. Una vez colado el diafragma y ya que el concreto ha alcanzado una resistencia mínima del 90% se procederá al descimbrado y retiro de calzas.
    2. Habilitado, armado y colado de losa sobre trabes reforzadas y diafragmas. Una vez colocados las trabes y terminados los diafragmas se hará el colado de la losa, debiéndose tener cuidado en dar los espesores de losa indicados en el proyecto y dejar las cajas en cada extremo longitudinal de la losa antes del colado, para alojarlas juntas de dilatación, según se indica en los planos respectivos.
    3. Habilitado, armado y colado de guarniciones y remate de parapeto metálico.
    4. Instalación de parapetos, paralelamente se podrá realizar la colocación de juntas de dilatación.
    5. Instalación de juntas tipo MEX-T-50, para su correcta colocación, la secuencia constructiva es la siguiente:
        - Rellenar los espacios de las cajas para la junta con grava suelta o arena.
        - Colocar la carpeta corrida. Deberá colocarse la carpeta asfáltica de manera de corregir cualquier defecto de nivelación de la losa a fin de que obtenga una superficie continua sin andanadas o lomas.
        - Cortar la carpeta con disco de diamante.
        - Abrir las cajas para la junta retirando la carpeta y la grava suelta.
        - Colocar los soportes metálicos de la junta sosteniendo por brazos suspensores que se apoyan en ambos lados sobre la carpeta.
        - Colocar concreto con 400kg de cemento por m3 hasta el nivel de la carpeta. Utilizar vibrador.
        - Retirar los brazos de soporte recomendados por el fabricante y colocar el perfil de neopreno.
        - Ver especificaciones del fabricante.

6. Colocación de riego de liga sobre la calzada del puente.
7. Losas de acceso se colocarán sobre el relleno compactado al 95% de su peso volumétrico seco máximo. Deberá colocarse la carpeta asfáltica de manera de corregir cualquier defecto de nivelación de la losa a fin de que obtenga una superficie continua son hondonadas o lomas.
8. Limpieza de la obra se abrirá al tránsito vehicular en cuanto el concreto estructural de la última etapa de colado haya adquirido el 80% de su f'c de proyecto.

IMAGEN II. 28 RIEGO DE LIGA SOBRE CALZADA DEL PUENTE



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

Fase 6. Trabajos en zonas de accesos

a) Se realizarán las adecuaciones pertinentes en los caminos existentes, para las nuevas condiciones de tránsito vehicular.
b) Se construirán los lavaderos y demás obras complementarias (bordillo, acotamiento, defensa metálica, etc.) en los accesos al puente.

Fase 7. Superficie de rodamiento

a) Se procederá a la ejecución de los trabajos concernientes a la construcción de banquetas y parapetos.
b) Se efectuará la colocación de la carpeta asfáltica, teniendo especial cuidado de no bloquear las reservaciones para la colocación de la junta de dilatación.
c) Se realizarán los trabajos de colocación de junta de dilatación.
d) Se ejecutarán los trabajos de pintura en parapetos.
e) Se colocarán los dispositivos de señalamiento vertical y horizontal.
f) Finalmente, el puente será abierto a la circulación.

II.2.5 ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

La naturaleza propia de las obras requiere un mantenimiento continúo debido al deterioro constante originado por el tránsito de vehículos, para lo cual la Dirección General de Carreteras Federales de la S.I.C.T. contempla programas permanentes de mantenimiento.

a) Descripción general del tipo de servicios que se brindaran en las instalaciones
El servicio que brindará el puente será el de vía de comunicación, que tendrá como principal objetivo la conexión entre los Municipios de Santo Domingo Yodohino y San Andrés Dinicuiti con la Ciudad de Huajuapan de León

b) Tecnologías que se utilizaran en especial las que tengan relación directa con la emisión y control de residuos líquidos, sólidos y gaseosos.
No se utilizarán ningún tipo de tecnología fuera de la ya conocida y convencional para este tipo de obras.
c) Tipo de reparaciones a sistemas

Los trabajos de conservación y mantenimiento de un puente se dividen en: La conservación rutinaria se realiza en forma anual y corresponde a la conservación normal de un puente, que consiste en limpieza de las diferentes estructuras del puente, pintura de parapetos en la calzada y calafateo de juntas de dilatación, así como reparación de baches en los accesos. La conservación periódica se considera en un rango de 3 a 5 años y consiste en pintura de parapetos, calafateo de juntas de dilatación, bacheo mediante el sistema de cajeo a nivel de sub-base, reposición de losas dañadas, reencarpetado en frío, así como riego de sello en los accesos al puente. Asimismo, se incluyen las preparaciones como el alineamiento vertical y horizontal de tableros de la superestructura, cambio de apoyos, cambio de juntas de dilatación, rehabilitación del concreto degradado, tratamiento de armados expuestos, inyección de grietas en subestructura y superestructura.

A continuación, se mencionan los programas de conservación preventiva y correctiva, así como el programa de conservación rutinaria de la SICT que deben de llevarse a cabo para el mantenimiento de las carreteras, para que tengan un adecuado funcionamiento y mayor vida útil, que pueden ser tomados en cuenta para aplicar a este tipo de caminos y obras.

Programa de conservación preventiva y correctiva según la SICT.

1. Prever el programa quincenal inicial de conservación preventiva y correctiva, que deberá ser actualizado anualmente. Entregar programa quincenal actualizado al centro SICT y a la DGPSCT.
2. Obtener índice de servicio actual o IRI de la superficie de rodamiento, para delimitar los tramos homogéneos. Para la evaluación del pavimento proceder como lo indica el Sistema Mexicano de Protección de Pavimentos o el que se implante en la vialidad.
3. Evaluar las obras de drenaje y subdrenaje que presenten problemas en el momento de la inspección. Para la realización de los estudios correspondientes proceder como se indica en el Programa de Conservación Preventiva de la SICT.
4. Identificar terraplenes y cortes que presenten en el momento de la inspección, problemas de inestabilidad, movimientos inaceptables, derrumbes, deslizamientos de material y procesos erosivos, entre otros. Para su estudio se debe proceder como se indica en el Programa de Conservación Preventiva de la SICT.
5. Inspeccionar las condiciones físicas de las estructuras que presenten problemas. Para la evaluación de las estructuras proceder como se indica en Programa de Conservación Preventiva de la SICT.
6. Inspeccionar los sitios y señales con problemas. Para la evaluación de la señalización, se deberá proceder como se indica en el Programa de Conservación Preventiva de la SICT.
7. Contratar la ejecución de los estudios del estado de las vialidades. Enviar el estudio terminado, indicando la alternativa de solución que considere más adecuada a la DGPSCT y al centro SICT correspondiente.
8. Preparar el programa de obra de la alternativa aprobada por la SICT para los trabajos de reconstrucción en caso de ser necesaria, de acuerdo con los resultados de los estudios. Acordar su ejecución con la Dirección General del Centro SICT correspondiente.
9. Supervisar los trabajos durante su proceso de ejecución de manera permanente hasta concluirlos, realizando el control de calidad de la obra.

Programa de conservación rutinaria.

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

- Cercado e invasión del derecho de vía.
- Mantenimiento de vegetación incorporada y reforestación, en caso de ser necesario.
- Retiro de derrumbes, residuos domésticos y limpieza de la superficie de rodamiento.
- Carencia de señales que pongan en peligro al usuario o lo desorienten.
- Rehabilitación de destrozos y daños en jardinería y áreas verdes o muerte de arbolado introducido.

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

- Defensas y señales de tipo normal.
- Obras de drenaje
- Obras complementarias de drenaje
- Atención a los baches, calavereo, grietas, deformaciones, etc., en el pavimento.
- Colocación de propaganda o anuncios espectaculares no autorizada
- Limpieza de cunetas y derecho de vía
- Daños en el camino, derivados de accidentes vehiculares.
- Contracunetas y subdrenajes
- Cajas y/o canales de entrada y salida de obras de drenaje
- Deslave en terraplenes
- Fallas locales de cortes
- Postes y fantasmas
- Deshierbe y poda de vegetación
- Terraplenes de acceso a estructuras, principalmente en el área de juntas
- Apoyo y juntas de estructura
- Pintura en general

Se tendrán los señalamientos necesarios de acuerdo con el Manual de Dispositivos para el Control de Tránsito de la Secretaría Infraestructura, Comunicaciones y Transportes, en las que se incluyen:

- Señales preventivas
- Señales restrictivas
- Señales informativas de destino
- Señales informativas de recomendación
- Marcas en el pavimento o superficies de rodamiento (continuas y discontinuas)

La normativa que se respetará para la construcción del puente está acotada bajo los siguientes:

- SCT, 2016. Normas de servicios técnicos.
- SCT, 1987. Normas para muestreo y pruebas de materiales, equipos y sistemas. Puentes.
- SCT,1998. Normas para construcción e instalaciones. Puentes.
- Además de considerar la Normativa para la Infraestructura del Transporte de la S.I.C.T., vigente.

II.2.6 OTROS INSUMOS

TABLA II. 22 MATERIALES REQUERIDOS POR ETAPAS

CONCEPTO	UNIDAD	EQUIPO REQUERIDO
Terraplenes		
Material producto de los cortes	m^3	Tracto D-8
Agua	L	Camión pipa
Obra de drenaje		
Cemento	Ton.	Adquisición
Grava	m^3	Adquisición
Arena	m^3	Adquisición
Agua	L	Camión
Varilla	Kg	Adquisición
Pavimentos		
Base (grava/ arena de banco)	m^3	Motoconformadora
Asfaltos (emulsiones asfálticas)	L	Pipas
Cemento asfáltico	Kg	Adquisición

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

Combustible. Los combustibles por utilizar son los necesarios para la operación de vehículos de transporte de materiales y maquinaria, los cuales serán adquiridos periódicamente en la estación de servicio PEMEX localizada en la ciudad de Huajuapan de León. Las cantidades de combustibles estimadas para la totalidad del proyecto se describen en la siguiente tabla:

TABLA II. 23 REQUERIMIENTO DE COMBUSTIBLES

Combustible	Cantidad (L)
Diésel	2,500
Gasolina	1,400

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

Entre otros insumos diferentes a los planteados para la construcción se encuentran los siguientes:

Preparación del sitio.

- ✓ Agua Potable: Se abastecerán diariamente para consumo del personal aproximadamente 5 garrafones de 20 L, los cuales serán adquiridos de las tiendas comerciales locales.
- ✓ Agua Cruda: Solo en caso de requerirse para riego (mitigar polvos) se abastecerá mediante pipas.

Construcción.

- ✓ Campo Agua Potable: Se abastecerán diariamente para consumo del personal aproximadamente 5 garrafones de 20 L, los cuales serán adquiridos de las tiendas comerciales locales.
- ✓ Agua Cruda: Será adquirida mediante la contratación de pipas de la localidad y transportadas a los frentes de trabajo, su requerimiento es para riego de la base y súbase, que se realiza directamente con la pipa, sin ser necesaria su almacenamiento. Se mantendrá en la zona del proyecto para trabajos menores un tambo de 200 L. En la etapa de pavimentos se requiere agua cruda para el mezclado del concreto.
- ✓ Electricidad: En la etapa relativa a los trabajos de construcción del puente los requerimientos de energía eléctrica en el frente de trabajo del proyecto se abastecerán con planta de energía operada con gasolina.

- ✓ Combustible: Los combustibles a utilizar (gasolina y diésel, principalmente) son los necesarios para la operación de vehículos de transporte de materiales y maquinaria, los cuales serán adquiridos periódicamente en la estación de servicio PEMEX más cercana al sitio del proyecto.

Residuos no peligrosos

Los sitios destinados para la disposición de residuos generados durante cada una de las etapas del proyecto deberán instalarse en un área cerca del proyecto, estos sitios se recomiendan con la finalidad de evitar la dispersión de estos residuos en las áreas circundantes al predio. Se recomienda la separación de residuos como madera, plástico, papel, aluminio, cartón, metales, entre otros, de manera que puedan destinarse a empresas recicladoras. Los residuos que no puedan ser reciclados serán dispuestos en sitios autorizados por la autoridad Municipal que corresponda.

II.2.7 SUSTANCIAS PELIGROSAS

Por el tipo de actividades que se llevarán a cabo, es común utilizar sustancias peligrosas como los combustibles y lubricantes de los vehículos, la maquinaria y el equipo involucrados en la obra; también se utilizarán pinturas y solventes, derivados tanto de las actividades de construcción y mantenimiento. Por tal motivo, se deberán cumplir con las disposiciones de las leyes en materia ambiental principalmente del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos y las normas que de ella se derivan.

La generación de residuos peligrosos, dentro de estos se encuentran principalmente los desechos del mantenimiento de las unidades automotoras, y consistes en los residuos peligrosos indicados en la siguiente tabla, de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de estos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

En la realización del proyecto se utilizan sustancias que poseen alguna de las características CRETIB, principalmente toxicas e inflamables, sin embargo y considerando la definición del párrafo anterior, el cual indica que la cantidad es un factor de importancia, para considerarlas peligrosas, tenemos que la cantidad que se utilizara en la construcción del puente vehicular, no las convierte en sustancias peligrosas potenciales. Sin embargo y para tener conocimiento de estas sustancias, se han construido la siguiente tabla mencionando las sustancias peligrosas (por que poseen alguna de las características CRETIB) que se utilizan en la operación de la maquinaria y en la señalización del puente. Aunque de las que enlistamos a continuación solamente la gasolina se encuentra en el listado de sustancias peligrosas publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 4 de mayo de 1992. Y en este caso no aplica por el tipo de actividad (construcción de un puente vehicular) a que se refiere esta Manifestación de Impacto Ambiental.

TABLA II. 24 CLASIFICACIÓN DEL CRETIB DE ACUERDO CON EL TIPO DE RESIDUOS

TIPO DE RESIDUO	CLAVE CRETIB	CLASIFICACIÓN	CANTIDADES APROXIMADAS
Baterías	C. T.	RP14.1/07	Variable
Envases y tambos vacíos usados en el manejo de materiales y residuos peligrosos.	T	RPNE1.1/01	Variable
Restos de combustibles (Diesel, gasolina y aceite).	T.E.	S/C	40 l/mes
Materiales de limpieza (estopas y trapos impregnados de aceite).	T.E.	S/C	5 kg/mes
Filtros usados.	T	S/C	20 pzas/mes
Metales (varillas, clavos y alambre).	-	S/C	-

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

Residuos Peligrosos

El manejo de residuos será llevado a cabo por empresas previamente autorizadas por SEMARNAT, a través de trabajadores capacitados para el manejo y transporte de dichos residuos, quienes deberán cumplir con el equipo de seguridad acorde con el tipo de desechos que maneje y cumplir con la documentación necesaria para el registro de recolección, la cual quedará inscrita en la Bitácora de Generación de Residuos Peligrosos.

Durante el intervalo de tiempo entre una y otra recolección se contará con un área de almacenamiento temporal, la cual estará destinada para la recepción de residuos peligrosos incompatibles y cumplirá con las siguientes indicaciones, de acuerdo a las NOM-053- SEMARNAT-1993 que establecen los requisitos para el diseño y construcción de las obras complementarias de un confinamiento controlado de residuos peligrosos y NOM-054-SEMARNAT-1993 que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la NOM-052-SEMARNAT-2005.

Las sustancias y los residuos peligrosos se dispondrán en un almacén que contará con señalamientos en donde se indique el tipo de desecho debido a que no se deberán juntar desechos incompatibles.

II.2.8 DESCRIPCIÓN DE OBRAS ASOCIADAS AL PROYECTO

El proyecto no contempla ningún tipo de obra asociada, sin embargo, se pudieran asociar como obras asociadas al proyecto, la explotación de bancos de préstamo y la generación de emulsiones asfálticas, sin embargo, las autorizaciones para el manejo y explotación de esos sitios es independiente del alcance del presente proyecto.

- Los bancos de materiales que se utilizarán son de arenas y se extraerán conforme se vayan utilizando en los meandros que se tengan más cercanos y con mayor capacidad.
- Las emulsiones asfálticas serán traídas de los sitios más cercanos ya que no se tiene previsto (por la magnitud de la obra) se realicen fundiciones in situ.

II.2.9 ETAPA DE ABANDONO DEL SITIO

Debido a que se trata de un proyecto de tipo vial no se tiene previsto un abandono del sitio. No obstante, en el caso de que la obra tenga que ser demolida, por causas ajenas al mismo, se elaborará en su momento un programa de demolición, desmantelamiento y confinamiento, lo anterior de común acuerdo con la autoridad estatal y municipal, con el fin de acordar el confinamiento de los residuos que resulten de la misma. Esta obra contempla un programa de conservación y mantenimiento que hará que la obra extienda la vida útil de proyecto. Sólo se tendrá cuidado de retirar todos los materiales, instalaciones provisionales, maquinaria y equipo al término de las obras de construcción.

El puente vehicular quedara clasificado como una obra de utilidad continua como vía de comunicación, sin embargo, para el abandono del sitio se propone llevar a cabo un programa de limpieza que consistirá en realizar la limpieza del terreno y en un área de influencia de 100 metros a la redonda conforme se vaya terminando el puente, en las distintas etapas de preparación y construcción. Se deberá recoger y confinar residuos de madera, plásticos, padecerá metálica, cartones, residuos de mezcla de concreto, etc. Se recomienda que este programa sea permanente. En el caso de los sitios utilizados para la instalación del taller serán restituidos, quedando en las condiciones originales o en las que se quede de común acuerdo con el propietario del predio.

II.2.10 UTILIZACIÓN DE EXPLOSIVOS

Para el proyecto en cuestión no es necesaria la utilización de explosivos.

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

- Residuos sólidos. - A continuación, se indican los residuos que se presentarán en las etapas de construcción y operación, los cuales son muy similares para ambas etapas. Cabe mencionar que los residuos municipales tendrán una disposición, de acuerdo con lo establecido por la empresa constructora la cual tendrá la obligación de contar con el equipo para el manejo, almacenamiento temporal y retiro de los residuos que la obra origine, así como el de depositarla en algún confinamiento cercano a la zona. Entre los residuos generados se encuentran el suelo y residuos vegetales. El otro tipo de residuos que se van a generar serán el resultado de la estancia de los trabajadores en el área, los residuos serán papel, cartón, residuos orgánicos, latas y vidrio. Considerando el factor de generación de residuos de 0.150 kg/persona/día, los desechos domésticos totales que se generarán serán de aproximadamente 50 kg/persona en el lapso que durará la construcción del proyecto. En cuanto a los residuos sólidos industrializados y residuos peligrosos, cabe mencionar que se prevé la generación de residuos sólidos industrializados como bolsas de papel, empaques de cartón, vidrio y plásticos, entre otros; así como latas vacías. Los residuos industrializados se generarán en los patios de maquinaria y talleres y se dispondrán en su interior de manera temporal. Por otra parte, dentro de los residuos considerados como peligrosos de acuerdo al Reglamento de la LGEEPA en Materia de Residuos Peligrosos, Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos y las NOM-SEMARNAT-052-2005, NOM- SEMARNAT-053-1993, tales como recipientes vacíos con algún contenido de pinturas, solventes, aceite o lubricantes, aceites usados y estopa impregnada de grasas, serán almacenados temporalmente de manera adecuada y después entregados a empresas especializadas para su tratamiento y/o disposición final. Dentro de los patios de maquinaria se estabilizarán o almacenarán aquellos residuos peligrosos que así lo requieran; posteriormente y de acuerdo con el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos, así como la NOM-003-SCT2-1994 y la NOM-011-SCT2-1994, se embalará y serán entregados a una empresa autorizada por SEMARNAT para la disposición final de estos materiales peligrosos. En cualquier caso, la generación de residuos peligrosos será mínima, se tiene una estimación entre 15 y 20 Kg/mes durante la etapa de construcción, principalmente. Adicionalmente estos materiales serán residuos de materiales de operación o de mantenimiento de maquinaria lo que implica una condición de bajo riesgo para el suelo y agua, por lo mismo con el cumplimiento de las reglamentaciones en vigor se generará un impacto mínimo al ambiente.
- Residuos líquidos. - La principal fuente de líquidos no peligrosos, es el agua de consumo humano, esta tiene tres componentes, la utilizada para beber que debe ser potable (3 L/día/persona), y las requeridas para la higiene, más la que se genera como producto de los desechos orgánicos. Dada la naturaleza del uso, las dos últimas necesidades utilizan fundamentalmente agua cruda. Respecto al agua de limpieza e higiene se anticipa que aun cuando su volumen puede ser importante (10 L/día-trabajador), esta puede ser expuesta a fosas de desecación para su manejo y control, respecto al agua de los desechos humanos, en los frentes de obra se instalarán sanitarios portátiles, la empresa que ofrezcan el servicio será la responsable de darle mantenimiento diario. Durante la operación, no habrá ninguna generación de aguas residuales. Por otra parte, se incluyen pendientes adecuadas para desalojar el agua de la superficie de rodamiento, así como las obras de drenaje para permitir el libre flujo del “Río

Grande". De esta forma el proyecto, no producirá ninguna descarga de aguas residuales, y favorecerá el libre Flujo del Rio, ya que no será necesario el rodamiento sobre de este.

- Los residuos industriales líquidos, para evitar el derrame de combustible y aceite en los talleres, se prevé la construcción de un firme de cemento con concreto para proteger el suelo de derrames accidentales, en las reparaciones se recogerán los productos en charolas que serán vaciadas en tambos y entregados a empresas especializadas en el manejo y disposición final, de acuerdo con el programa de manejo de residuos peligrosos a implementar la empresa constructora. En cuanto a las plantas de asfalto también se prevé colocarlas sobre firmes de cemento y concreto para evitar el asfalto se derrame sobre el suelo.
- Emisiones a la atmósfera. - Durante la construcción, se van a generar polvos durante casi todas las actividades, que serán dispersados en el aire y depositados en los alrededores. También se habrá de generar de manera intermitente gases de combustión hacia la atmósfera por parte de los equipos, maquinaria, vehículos de carga, automotores, pero estas serán en una cantidad insignificante, en comparación con las que se generen durante la operación del proyecto. Durante la operación de la carretera, la única actividad relevante será el tránsito vehicular. Se estima que el umbral máximo de circulación será de 3,600 unidades/día; con esta carga vehicular se prevé una carga de emisiones como se observa en la siguiente Tabla.

TABLA II. 25 ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO

Contaminante	Kg/H
Hidrocarburos	15.71
CO	32.46
NOx	34.50
PM_{10}	15.77

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

El tránsito vehicular en el Proyecto implicará la emisión de bióxido de azufre, óxido de nitrógeno, monóxido de carbono, hidrocarburos y partículas suspendidas. Las cantidades y concentraciones de las emisiones varían dependiendo de los siguientes factores:

- Densidad del flujo vehicular.
- Tipo de combustible (gasolina o diésel).
- Calidad del combustible (magna sin o diésel).
- Cilindrada y estado de desgaste de los motores.
- Aceite quemado, asociado a los desperfectos mecánicos.

Los factores mencionados no pueden ser estandarizados a condiciones constantes, ya que son características que oscilan entre un vehículo y otro. Adicionalmente, la dispersión de los contaminantes, al igual que la emisión, dependerá de varios factores:

- Velocidad del viento.
- Condiciones de precipitación pluvial o presencia de neblina
- Temperatura ambiental.
- Humedad relativa.
- Forma y tamaño del espacio al cual son emitidos.
- Concentración inicial del contaminante.

Por lo anterior, se considera que no existen a lo largo del trazo condiciones de confinamiento para las diferentes emisiones y las estaciones climatológicas cercanas indican al menos velocidades de vientos mayores a 5 m/s

lo que asegura que las capas de mezclado y la distancia de dispersión se alcanzaran rápidamente en cualquier punto del trazo, por lo que el problema de calidad del aire no será importante.

En conclusión, se prevé que en el SA (Sistema Ambiental) las emisiones vehiculares contaminantes no alcanzarán una concentración importante en la atmósfera y que las condiciones atmosféricas prevalecientes son suficientes para dispersar las emisiones al medio, que cuenta con un fuerte valor de resiliencia para absorber este tipo de afectación ambiental.

II.2.12 INFRAESTRUCTURA PARA EL MANEJO Y LA DISPOSICIÓN ADECUADA DE LOS RESIDUOS

El proyecto se desarrollará para conectar a los Municipios Santo Domingo Yodohino y San Andrés Dinicuiti con la Ciudad de Huajuapan de León, en el cual no existen rellenos sanitarios, plantas de tratamiento de aguas residuales, servicios de separación, tratamiento, reciclaje o confinamiento de residuos, sin embargo como se mencionó anteriormente la empresa que se encargue de la obra tendrá la obligación de contar con el equipo para el manejo, almacenamiento temporal y retiro de los residuos que la obra origine, así como el de depositarla en algún confinamiento cercano a la zona.

El proyecto de construcción del Puente generara residuos sólidos peligrosos y no peligrosos, los cuales ya se mencionaron en el punto anterior, por lo que las personas encargadas de la obra y los trabajadores tendrán la obligación de manejar correctamente sus residuos, así como clasificarlos para disponerlos adecuadamente y con ello contribuir al cuidado del medio ambiente.

Los residuos sólidos no peligrosos deben ser entregados al servicio de limpia del Municipio de San Andrés Dinicuiti. Los residuos sólidos y líquidos peligrosos generados en la operación y mantenimiento de la maquinaria deben ser entregados mediante manifiesto generador de residuos peligrosos a una empresa encargada de recolectar este tipo de residuos. Así mismo la empresa constructora del proyecto deberá tener también, la obligación de reciclar los materiales de tipo orgánico e inorgánico que sean necesarios. Para el manejo, retiro y confinamiento de los residuos considerados como peligrosos, la empresa asignada para la construcción de la obra tendrá la obligación de contratar una empresa especializada y autorizada por la SEMARNAT, para dicho fin. Bajo las mismas condiciones, se contratarán los servicios de una empresa dedicada a la renta y mantenimiento de letrinas móviles para los servicios sanitarios de los trabajadores; lo anterior, con el fin de prevenir y evitar la contaminación por aguas residuales al suelo o al cuerpo de la presa; en el sitio del proyecto o en sus inmediaciones.

ÍNDICE

CAPÍTULO III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DEL SUELO..... 3

III.1. VINCULACIÓN CON PLANES Y PROGRAMAS SECTORIALES. 3

III.1.1. PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2019-2024..... 3

III.1.2. PROGRAMA ESPECIAL DE CAMBIO CLIMÁTICO (PECC) 2021-2024..... 7

III.1.3. PROGRAMA SECTORIAL DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES 2020-2024 (PROMARNAT)..... 8

III.1.4. ESTRATEGIA NACIONAL DE CAMBIO CLIMÁTICO VISIÓN 10-20-40..... 8

III.1.5. CONVENIO DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA (CDB)..... 10

III.1.6. PLAN ESTATAL DE DESARROLLO (PED) 2016-2022 OAXACA..... 12

III.1.7. PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO SAN ANDRÉS DINICUITI, OAXACA. 14

III.2 VINCULACIÓN CON PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO 15

III.2.1. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO. 15

III.2.2. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO REGIONAL DEL TERRITORIO DEL ESTADO DE OAXACA..... 25

III.3 VINCULACIÓN CON ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS U OTRAS ZONIFICACIONES PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN (RTP Y/O RHP), O LA RELATIVAS A LA REGULACIÓN DEL USO DEL SUELO URBANO (PDU). 30

III.3.1. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS..... 30

III.3.2 REGIONES PRIORITARIAS DE ACUERDO CON LA CONABIO. 34

III.4 VINCULACIÓN CON LEYES, REGLAMENTOS Y NORMAS DE LOS TRES NIVELES DE GOBIERNO 39

III.4.1. CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS..... 39

III.4.2. LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE..... 39

III.4.3. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. 41

III.4.4. LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE. 43

III.4.5. LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE..... 44

III.4.6. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE. 45

III.4.7. LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS Y SU REGLAMENTO..... 45

III.4.8. LEY GENERAL DE CAMBIO CLIMÁTICO (LGCC) Y REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE CAMBIO CLIMÁTICO EN MATERIA DE REGISTRO NACIONAL DE EMISIONES..... 47

III.4.9. LEY DE AGUAS NACIONALES..... 50

III.4.10. LEY PARA EL APROVECHAMIENTO DE ENERGÍAS RENOVABLES Y EL FINANCIAMIENTO DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA. 52

III.4.11. LEY DE CAMINOS, PUENTES Y AUTOTRANSPORTE FEDERAL. 52

III.4.12. LEY DE VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN..... 54

III.4.13. NORMAS OFICIALES MEXICANAS. 55

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA III. 1 VINCULACIÓN CON LOS EJES Y OBJETIVOS APLICABLES DEL PLAN NACIONAL DE DESARROLLO. 4
TABLA III. 2 VINCULACIÓN CON EL PND. 5
TABLA III. 3 VINCULACIÓN CON LAS ESTRATEGIAS APLICABLES DEL PLAN NACIONAL DE DESARROLLO. 6
TABLA III. 4 VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LAS LÍNEAS DE ACCIÓN PLANTEADAS EN EL PED 2016-2022. 13
TABLA III. 5 ESTRATEGIAS APLICABLES PARA LA REGIÓN ECOLÓGICA DONDE SE INSERTA EL PROYECTO. 16
TABLA III. 6 DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA DONDE SE INSERTA EL PROYECTO. 17
TABLA III. 7 ESTRATEGIAS DE LA UNIDAD AMBIENTAL BIOFÍSICA DONDE SE INSERTA EL PROYECTO. 18
TABLA III. 8 VINCULACIÓN CON LAS ESTRATEGIAS DE LA UAB 72. 21
TABLA III. 9 VINCULACIÓN CON LOS LINEAMIENTOS DEL POEGT. 23
TABLA III. 10 CARACTERÍSTICAS DE LA UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL 027 25
TABLA III. 11 VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LOS CRITERIOS ESTABLECIDOS PARA LA UGA. 28
TABLA III. 12 ANPS DEL ESTADO DE OAXACA. 31
TABLA III. 13 VINCULACIÓN CON LOS ARTÍCULOS APLICABLES DE LA LGEEPA. 39
TABLA III. 14 VINCULACIÓN CON LOS ARTÍCULOS APLICABLES DEL REIA DE LA LGEEPA. 41
TABLA III. 15 VINCULACIÓN CON LOS ARTÍCULOS APLICABLES DE LA LGVS. 43
TABLA III. 16 VINCULACIÓN CON LOS ARTÍCULOS APLICABLES DE LA LGDFS. 44
TABLA III. 17 VINCULACIÓN CON LOS ARTÍCULOS APLICABLES DEL REGLAMENTO DE LA LGDFS. 45
TABLA III. 18 VINCULACIÓN CON LOS ARTÍCULOS APLICABLES DE LA LGPGIR Y SU REGLAMENTO. 45
TABLA III. 19 VINCULACIÓN Y PROPUESTAS DE LA SICT PARA EL CUMPLIMIENTO A LA LGCC. 48
TABLA III. 20 VINCULACIÓN Y PROPUESTAS DE LA SICT PARA EL CUMPLIMIENTO DEL REGLAMENTO DE LA LGCC. 50
TABLA III. 21 VINCULACIÓN CON LOS ARTÍCULOS APLICABLES DE LA LAN. 51
TABLA III. 22 VINCULACIÓN CON LOS ARTÍCULOS APLICABLES DE LA LCPYAF. 52
TABLA III. 23 VINCULACIÓN CON LOS ARTÍCULOS APLICABLES ACORDE CON LA LEY DE VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN. 54
TABLA III. 24 VINCULACIÓN CON LAS NOM APLICABLES EN MATERIA DE SUELOS, AIRE Y AGUA 55

ÍNDICE DE IMÁGENES

IMAGEN III. 1 ESQUEMA GENERAL DEL PND 2019-2024 4
IMAGEN III. 2. PILARES DE LA POLÍTICA NACIONAL DE CAMBIO CLIMÁTICO. 8
IMAGEN III. 3 ZONIFICACIÓN DEL POEGT 15
IMAGEN III. 4 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO CON RESPECTO AL POEGT. 20
IMAGEN III. 5 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO CON RESPECTO AL POERTEO. 27
IMAGEN III. 6 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO CON RESPECTO A ANP FEDERALES 32
IMAGEN III. 7 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO CON RESPECTO A ANP ESTATALES 33
IMAGEN III. 8 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO CON RESPECTO A LAS AICA 34
IMAGEN III. 9 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO CON RESPECTO A LAS RTP. 35
IMAGEN III. 10 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO CON RESPECTO A LAS RHP 36
IMAGEN III. 11 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO CON RESPECTO A LAS RMP. 37
IMAGEN III. 12 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO CON RESPECTO A SITIOS RAMSAR 38

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

El presente capítulo demuestra la congruencia jurídica del proyecto, respecto a los instrumentos de planeación, programas, leyes, ordenamientos y normas oficiales, vigentes y aplicables, decretados y aprobados por los tres órdenes de gobierno con el objetivo de demostrar el compromiso de la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT) a través de la SCT Oaxaca la SEMARNAT y la sociedad en general, que el desarrollo del proyecto, garantizará la protección, conservación y preservación de los elementos ambientales, conforme a los establecido en el artículo 4to. de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Inicialmente, se indican los planes de desarrollo existentes a nivel nacional, regional y local, con los objetivos, metas y ejes relacionados con la naturaleza del proyecto y su vinculación legal. Posteriormente se abordan ordenamientos jurídicos relacionados con los usos y el manejo territorial, incluyendo (de ser el caso) decretos de Áreas Naturales Protegidas y finalmente se presentan leyes y reglamentos en materia de impacto ambiental vinculantes al proyecto. En este sentido, se indican las propuestas generadas por la SICT a través de la SCT Oaxaca para dar cabal cumplimiento a dichos instrumentos legales nacionales e internacionales, reglamentos y normas en materia ambiental.

Es importante mencionar que el proyecto motivo de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, forma parte de las prioridades del sector de comunicaciones y transportes orientada a la construcción y modernización de infraestructura de movilidad y conectividad de la población, con enfoque en la reducción de los problemas generados por el aislamiento e insuficiente calidad de los servicios.

III.1. VINCULACIÓN CON PLANES Y PROGRAMAS SECTORIALES.

III.1.1. PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2019-2024

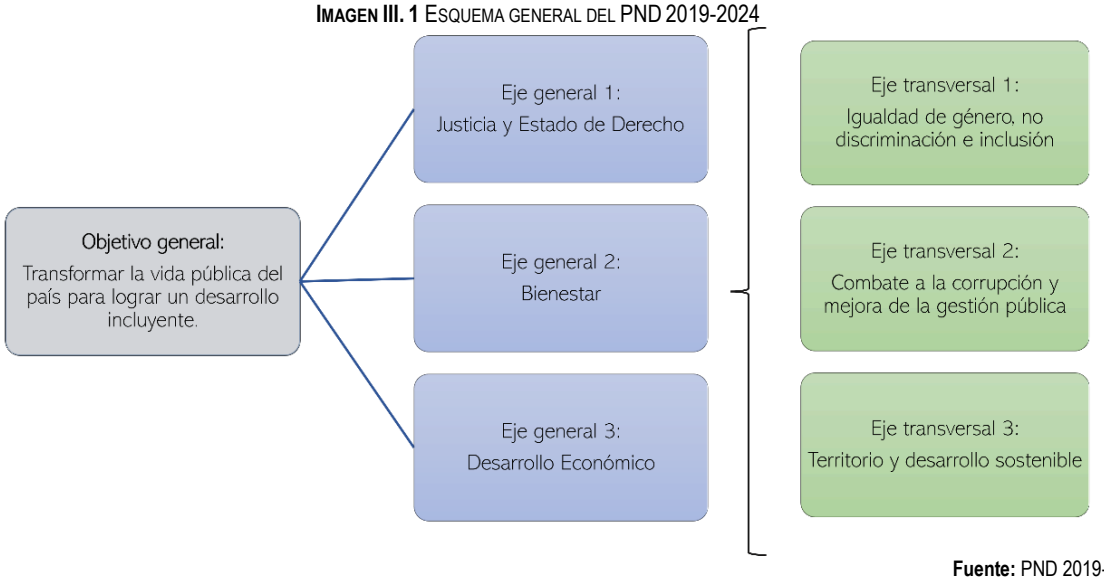
El Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2019-2024 fue aprobado mediante el Decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 12 de julio de 2019. Se estructura en tres ejes generales que permiten agrupar los problemas públicos identificados a través del Sistema Nacional de Planeación Democrática en las siguientes temáticas:

1) Justicia y Estado de Derecho;
2) Bienestar;
3) Desarrollo económico.

Asimismo, se detectaron tres temas comunes a los problemas públicos que fueron identificados, y se definieron tres ejes transversales:

1) Igualdad de género, no discriminación e inclusión;
2) Combate a la corrupción y mejora de la gestión pública;
3) Territorio y desarrollo sostenible.

IMAGEN III. 1 ESQUEMA GENERAL DEL PND 2019-2024



Fuente: PND 2019-2024

El PND plantea un objetivo para cada eje general, que refleja el fin último de las políticas propuestas por esta administración en cada uno de ellos. A su vez, cada eje general se conforma por un número de objetivos que corresponden a los resultados esperados, factibles y medibles que se esperan al implementar las políticas públicas propuestas.

De acuerdo con los objetivos de los ejes generales, el proyecto se relaciona directamente con el Eje General 3, el cual se desglosa a continuación.

TABLA III. 1 VINCULACIÓN CON LOS EJES Y OBJETIVOS APLICABLES DEL PLAN NACIONAL DE DESARROLLO.

EJE Y OBJETIVO DEL PND	VINCULACIÓN
El PND plantea un objetivo para cada eje general, que refleja el fin último de las políticas propuestas por esta administración en cada uno de ellos. A su vez, cada eje general se conforma por un número de objetivos que corresponden a los resultados esperados, factibles y medibles que se esperan al implementar las políticas públicas propuestas. De acuerdo con los objetivos de los ejes generales, el proyecto se relaciona directamente con el Eje General 3: **3. "Desarrollo económico".** Tiene como objetivo: **Incrementar la productividad y promover un uso eficiente y responsable de los recursos para contribuir a un crecimiento económico equilibrado que garantice un desarrollo igualitario, incluyente, sostenible y a lo largo de todo el territorio.** El desarrollo económico implica la construcción de un entorno que garantice el uso eficiente y sostenible financiera y ambientalmente de los recursos, así como la generación de los medios, bienes, servicios y capacidades humanas para garantizar la prosperidad. Para impulsar este desarrollo es fundamental implementar acciones concertadas y sostenidas de política que estimulen el crecimiento de la economía y aseguren que los frutos de este crecimiento se distribuyan de manera justa en todas las regiones del país.	Según la SCT (2005), en las últimas tres décadas, el crecimiento y modernización de la red de caminos rurales en México ha pasado del objetivo rector de integración territorial, hacia el de la integración socioeconómica. Asimismo, con los caminos y puentes rurales se contribuye a promover el desarrollo de las regiones con mayor rezago en materia de infraestructura carretera, en virtud de que las inversiones se orientan a la realización de obras para atender aquellas zonas y localidades más alejadas, por lo tanto, las más desprotegidas y de mayor marginación. La realización de estas obras cumple su propósito de hacer más seguro y eficiente el movimiento de bienes y personas que circulan a través de ellos, además se tendrán beneficios para los usuarios al lograrse mayores velocidades de desplazamiento, lo que contribuye a la disminución de los costos de operación vehicular y los tiempos de recorrido. Dicho lo anterior, mediante la ejecución del presente proyecto se pretende la construcción de un puente cuyas características actuales son rurales, el cual se encuentra asociado al Plan Nacional de Desarrollo y es congruente con el Objetivo 3.6, al pretender mejorar una vía de comunicación rural, para así contribuir al desarrollo de infraestructura y económico de la región, además de optimizar las condiciones de servicio y brindar eficiencia, así como mayor seguridad a los usuarios, ya que se pretende mejorar la conectividad actual mediante la construcción de una nueva

EJE Y OBJETIVO DEL PND	VINCULACIÓN
De este objetivo general (3) se desprende el objetivo específico 3.6 que dice: **Objetivo 3.6** Desarrollar de manera transparente, una red de comunicaciones y transportes accesible, segura, eficiente, sostenible, incluyente y moderna, con visión de desarrollo regional y de redes logísticas que conecte a todas las personas, facilite el traslado de bienes y servicios, y que contribuya a salvaguardar la seguridad nacional. La infraestructura pública es un elemento fundamental para detonar el potencial económico de un país. La infraestructura económica como carreteras, aeropuertos y puertos aumenta la capacidad productiva; reduce los costos de transacción; incrementa la actividad agropecuaria, industrial y de servicios; conecta a los pueblos y comunidades indígenas; y brinda a la sociedad más y mejores oportunidades, así como empleos mejor remunerados.	estructura y mejora de sus accesos, además de instalar el señalamiento preventivo correspondiente.

TABLA III. 2 VINCULACIÓN CON EL PND.

ESTRATEGIA	VINCULACIÓN
3.6.1 Contar con una red carretera segura y eficiente que conecte centros de población, puertos, aeropuertos, centros logísticos y de intercambio modal, conservando su valor patrimonial.	El objetivo principal del proyecto es proveer a los usuarios de una vialidad segura y moderna por lo cual queda implícita la construcción del puente para contar con una estructura moderna y que mejore la conexión del municipio. Dado lo anterior se considera que la construcción de una estructura moderna coadyuvará en el desarrollo de diversas actividades económicas en las diferentes localidades que se comunican por esta vía, además se garantizará optimizar los servicios de transporte.
3.6.2 Mejorar el acceso a localidades con altos niveles de marginación.	El proyecto se localiza en una región donde de acuerdo con la Secretaría de Bienestar (2020)[1] el municipio de San Andrés Dinicuiti tiene un muy alto grado de marginación y rezago respecto a la entidad, derivado de la falta de accesos a servicios básicos de calidad, por lo cual se prevé que el puente vehicular contribuya significativamente a mejorar el acceso a comunidades marginadas y a promover actividades económicas primarias y secundarias. Por lo anterior se considera que el proyecto puede fungir como un coadyuvante para dar cumplimiento a esta estrategia.
3.6.3 Desarrollar una infraestructura de transporte accesible, con enfoque multimodal (ferroviario, aeroportuario, transporte marítimo, transporte masivo), sostenible, a costos competitivos y accesibles que amplíe la cobertura del transporte nacional y regional.	La construcción del puente vehicular contribuirá a que la red regional de carreteras y puentes se incremente y se mejore, por lo que se considera que el proyecto se alinea a esta estrategia.
3.6.4 Contribuir a que los puertos sean enlaces de desarrollo costero planificado y a la competitividad nacional e internacional.	El proyecto no se localiza cerca de algún puerto, ni pretende la construcción de infraestructura portuaria por lo que la estrategia no se relaciona de forma directa con el proyecto.
3.6.5 Propiciar la creación de conjuntos industriales y urbanos de desarrollo alrededor de las vías de comunicación.	El sector del proyecto corresponde a una vía de comunicación por lo que no se relaciona con la estrategia.
3.6.6 Promover la competencia, transparencia, evaluación y rendición de cuentas de los programas, acciones, procesos	La aplicación y ejecución de esta estrategia corresponde a los diferentes órdenes de gobierno, sin embargo, la SICT a

[1] *Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/697304/20_089_OAX_San_Andr_s_Dinicuiti.pdf*

ESTRATEGIA	VINCULACIÓN
y recursos orientados al desarrollo de obra pública y la mejora de la infraestructura del país.	través de la SCT Oaxaca garantiza la transparencia y total cumplimiento de las obligaciones que le competan en este proyecto.

Con respecto a las estrategias que se desprenden del objetivo 3.6, a continuación, se presenta la vinculación con cada una de ellas.

TABLA III. 3 VINCULACIÓN CON LAS ESTRATEGIAS APLICABLES DEL PLAN NACIONAL DE DESARROLLO.

ESTRATEGIA	VINCULACIÓN
3.6.1 Contar con una red carretera segura y eficiente que conecte centros de población, puertos, aeropuertos, centros logísticos y de intercambio modal, conservando su valor patrimonial.	El objetivo principal del proyecto es proveer a los usuarios de una vialidad segura y moderna por lo cual queda implícita la construcción del puente, para contar con una estructura moderna, con lo cual se prevé mejorar la conexión las localidades cercanas. Dado lo anterior se considera que la construcción de una estructura moderna coadyuvará en el desarrollo de diversas actividades económicas en las diferentes localidades que se comunican por esta vía, además se garantizará optimizar los servicios de transporte.
3.6.2 Mejorar el acceso a localidades con altos niveles de marginación.	El proyecto se localiza en una región rural donde de acuerdo con la Secretaría de Bienestar (2020)[2] el municipio de San Andrés Dinicuiti y tiene un grado muy alto de marginación y rezago en relación con la entidad. Lo anterior, se relaciona con la falta de accesos a servicios básicos de calidad, por lo cual se prevé que el puente vehicular que se pretende construir contribuya significativamente a mejorar el acceso a comunidades rurales marginadas y a promover actividades económicas primarias y secundarias. Por lo anterior se considera que el proyecto puede fungir como un coadyuvante para dar cumplimiento a esta estrategia.
3.6.3 Desarrollar una infraestructura de transporte accesible, con enfoque multimodal (ferroviario, aeroportuario, transporte marítimo, transporte masivo), sostenible, a costos competitivos y accesibles que amplíe la cobertura del transporte nacional y regional.	La construcción del puente vehicular contribuirá a que la red regional de carreteras y puentes se incremente y se mejore, por lo que se considera que el proyecto se alinea a esta estrategia.
3.6.4 Contribuir a que los puertos sean enlaces de desarrollo costero planificado y a la competitividad nacional e internacional.	El proyecto no se localiza cerca de algún puerto, ni pretende la construcción de infraestructura portuaria por lo que la estrategia no se relaciona de forma directa con el proyecto.
3.6.5 Propiciar la creación de conjuntos industriales y urbanos de desarrollo alrededor de las vías de comunicación.	El sector del proyecto corresponde a una vía de comunicación por lo que no se relaciona con la estrategia.
3.6.6 Promover la competencia, transparencia, evaluación y rendición de cuentas de los programas, acciones, procesos y recursos orientados al desarrollo de obra pública y la mejora de la infraestructura del país.	La aplicación y ejecución de esta estrategia corresponde a los diferentes órdenes de gobierno, sin embargo, la SICT a través de la SCT Oaxaca garantiza la transparencia y total cumplimiento de las obligaciones que le competan en este proyecto.

[2] *Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/697304/20_089_OAX_San_Andr_s_Dinicuiti.pdf*

III.1.2. PROGRAMA ESPECIAL DE CAMBIO CLIMÁTICO (PECC) 2021-2024

Este programa se publicó en el Diario Oficial de la Federación el 08 de noviembre de 2021 es un instrumento clave para la implementación de acciones para que México enfrente los impactos negativos del cambio climático sobre el patrimonio biocultural, la infraestructura nacional, la economía y el Estado de Bienestar.
El PECC 2021-2024, como instrumento mandatado por la LGCC, incluye la planeación sexenal de las acciones que se realizarán en materia de adaptación a los efectos adversos del cambio climático; así como de mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero por parte de las dependencias y entidades que integran la APF. Esta planeación se enmarca en una visión de mediano y largo plazo, congruente con los objetivos de la ENCC, con los compromisos internacionales y con la situación económica, ambiental y social del país.

Asimismo, el PECC contribuye con el Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes, en su objetivo: *3. SCT. Generar condiciones para una movilidad de personas integral, ágil, segura, sustentable e incluyente, que incremente la calidad de vida*. Incluye cuatro Objetivos Prioritarios que, en su conjunto contribuirán al avance en el cumplimiento de los compromisos de México a nivel internacional, particularmente las NDC.

En dicho programa, México asume el compromiso de seguir criterios de progresividad en la ambición de sus metas, alinear la política nacional a éstas, y ejercer una implementación efectiva que las vuelva realidad. Esto en línea con la necesidad global de estabilizar las emisiones de GEI para evitar el aumento promedio de la temperatura del planeta por arriba de 1.5°C. Según el Informe Especial del IPCC sobre los impactos del calentamiento global de 1.5ºC con respecto a los niveles preindustriales y las trayectorias correspondientes que deberían seguir las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, en el contexto del reforzamiento de la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, el desarrollo sostenible y los esfuerzos por erradicar la pobreza, el cumplimiento de esta meta implica que a nivel global se alcance la neutralidad de emisiones hacia el año 2050.

Es importante mencionar que toda vez que el Gobierno de México otorga prioridad al tema del cambio climático, se reconocen los efectos de la ineficiencia del transporte, aspecto que se traduce en la generación excesiva de gases invernadero que, sólo pueden ser contrarrestados, a través de mecanismos que permitan reducir el consumo de combustibles fósiles.

Particularmente este programa se vincula con el presente proyecto en su objetivo prioritario **1. Disminuir la vulnerabilidad al cambio climático de la población, los ecosistemas y su biodiversidad, así como de los sistemas productivos y de la infraestructura estratégica mediante el impulso y fortalecimiento de los procesos de adaptación y el aumento de la resiliencia**, así como con la estrategia prioritaria ***1.5.*** *Proteger la infraestructura estratégica del país mediante la integración de criterios de adaptación en las fases de diseño, construcción, reconstrucción, mantenimiento y operación, para fortalecer su resistencia ante impactos del cambio climático* y con la acción puntual 1.5.2.: Desarrollar criterios de gestión de riesgos y de adaptación al cambio climático en el diseño, construcción, reconstrucción, rehabilitación y mantenimiento de infraestructura de transporte y comunicaciones.
Asimismo, la estrategia prioritaria **1.7**. *Desarrollar y fortalecer las capacidades adaptativas para la atención del cambio climático en los tres órdenes de gobierno y los sectores de la sociedad civil, considerando los saberes tradicionales, las capacidades locales y el mejor conocimiento científico disponible* guarda relación con el proyecto ya que dadas las condiciones actuales del país, es necesario el impulso al transporte eficiente, de bajas emisiones y con ello infraestructura de calidad que favorezca la disminución de GEI, por lo que se propone la acción puntual *1.7.4. Desarrollar un programa de capacitación para el sector transportes sobre vulnerabilidad y adaptación al cambio climático e implementarlo mediante cursos/talleres regionales en los Centros SCT.*
Para el caso del puente vehicular que se pretende construir, se espera que su implementación mejore las condiciones actuales y disminuya la producción de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en la zona, al favorecer el traslado de los habitantes del municipio.

En virtud de lo anterior, el proyecto puede considerarse una acción de oportunidad no solo para incrementar la movilidad si no para reducir el consumo de gasolina, tiempo y emisiones de gases causantes del cambio climático en la región.

III.1.3. PROGRAMA SECTORIAL DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES 2020-2024 (PROMARNAT)[3]

El PROMARNAT contribuirá a los objetivos establecidos por el gobierno en el Plan Nacional de Desarrollo (PND) como parte del Segundo Eje de Política Social. Asimismo, su visión territorial y uno de los principios articuladores que recorre todos los objetivos, estrategias y acciones del Programa es: "***el desarrollo integral, equilibrado y sustentable del territorio debe considerar que cualquier decisión para conservarlo o transformarlo se guiará por su potencial intrínseco, así como por el análisis profundo de las interrelaciones de todos los elementos del sistema socioambiental involucrados, lo que al final permita maximizar los beneficios que puedan obtenerse y minimizar los efectos negativos que se desprendan."***

En este sentido, para avanzar en el diseño, implementación y evaluación de la política ambiental del país, la presente administración busca articularse en ámbitos como: ***"[…] a través de una mejor acción gubernamental, coordinada eficazmente no sólo dentro del sector ambiental y el resto de la administración pública federal, sino con los tres órdenes de gobierno y amplios sectores de la sociedad; el segundo ámbito involucra el impulso a la sana e indispensable ciudadanización de la política ambiental, de tal manera que sea posible escuchar, entender y atender a las personas, colectivos, grupos y comunidades para encontrar soluciones conjuntas en torno a los problemas ambientales y los impactos que tienen en sus condiciones de vida, buscando garantizar el pleno goce y ejercicio de los derechos humanos y con especial atención a los grupos más vulnerables; y finalmente […] a través de una intensa promoción de la conciencia ambiental."***

De esta manera, la SICT a través de la SCT Oaxaca desarrollará las acciones pertinentes para contribuir con los objetivos del PROMARNAT, considerando prioritario para su conservación o transformación que el uso del territorio debe tomar en cuenta su vocación natural y el análisis profundo de las interrelaciones de todos los elementos del sistema socioambiental involucrado y que al final permitan maximizar los beneficios que puedan obtenerse y minimizar los efectos negativos que puedan desprenderse.

III.1.4. ESTRATEGIA NACIONAL DE CAMBIO CLIMÁTICO VISIÓN 10-20-40[4]

La visión de largo plazo de la Estrategia Nacional de Cambio Climático plantea que, al ser un instrumento rector, el país crezca "***de manera sostenible y promoverá el manejo sustentable y equitativo de sus recursos naturales, así como el uso de energías limpias y renovables que le permitan un desarrollo con bajas emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero. También aspira a que México se vuelva un país próspero, competitivo, socialmente incluyente y con responsabilidad global que genere empleos suficientes y bien remunerados para toda su población, en particular para la más vulnerable. Propone una nación socialmente equitativa, con una economía verde, con ecosistemas y poblaciones resilientes al cambio climático y con ciudades sustentables."***

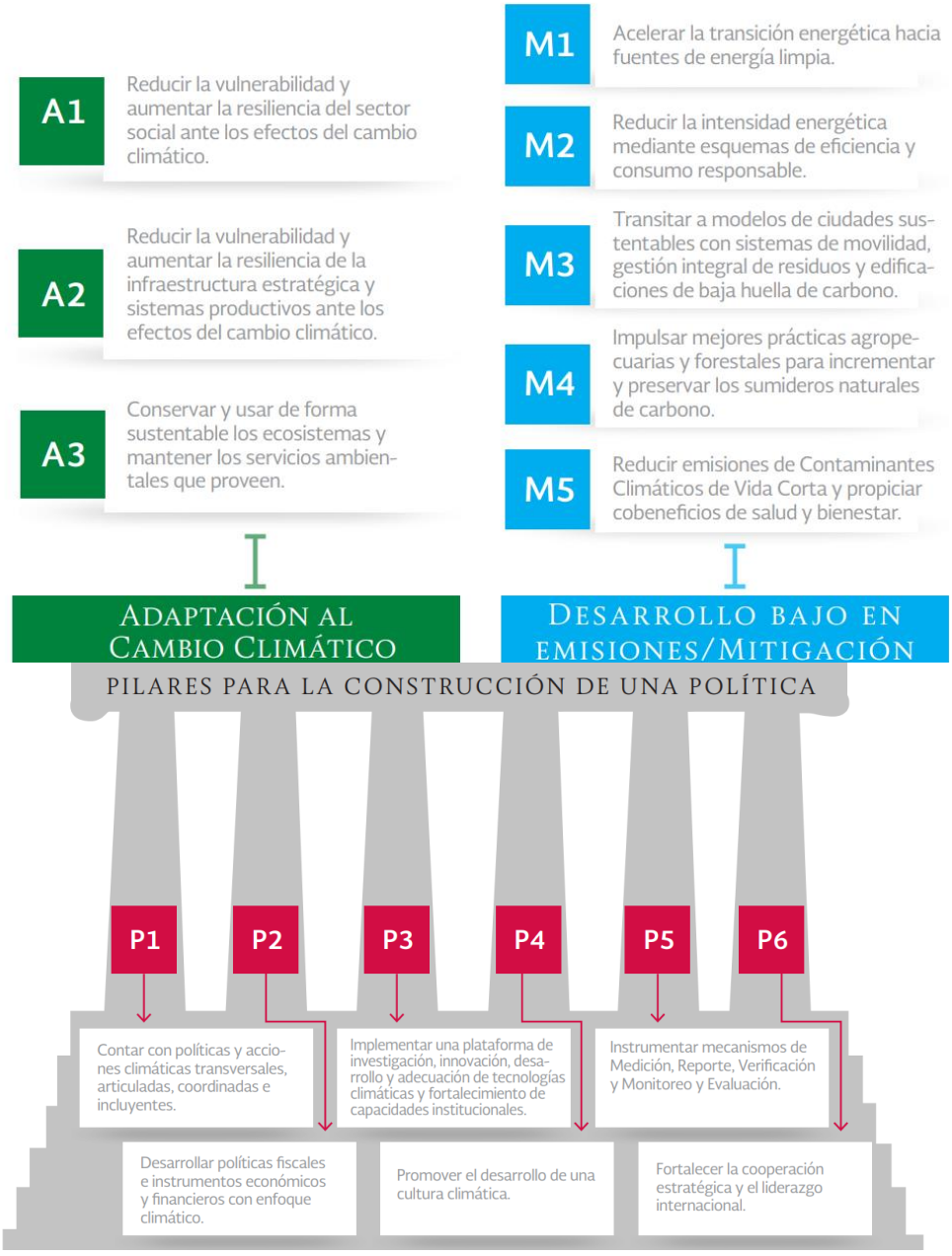
Tiene como objetivo enfrentar los efectos del cambio climático y transitar hacia una economía competitiva, sustentable y de bajas emisiones de carbono. Describe los ejes estratégicos y líneas de acción a seguir con base en la información disponible en el entorno presente y futuro, para así orientar las políticas de los tres órdenes de gobierno, al mismo tiempo que fomentar la corresponsabilidad con los diversos sectores de la sociedad.

Los pilares de la Política Nacional de Cambio Climático se presentan a continuación.

IMAGEN III. 2. PILARES DE LA POLÍTICA NACIONAL DE CAMBIO CLIMÁTICO.

[3] *Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/566832/PROMARNAT-2020-2024.pdf*

[4] *Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/41978/Estrategia-Nacional-Cambio-Climatico-2013.pdf*



De estos pilares, el proyecto en cuestión se relaciona con el ***P1. Contar con políticas y acciones climáticas transversales, articuladas, coordinadas e incluyentes***. Las líneas de acción con las que se relaciona directamente son:

- **P1.5.** Promover el acceso de los particulares a la justicia ambiental y la reparación del daño ambiental in natura cuando sea posible, o bien la compensación en sitios prioritarios para cambio climático.
- **P1.8.** Implementar acciones de mitigación y adaptación intersectoriales mediante la coordinación y concurrencia entre dependencias y de éstas con las entidades públicas y privadas.

Por lo anterior, la SICT a través de la SCT Oaxaca propone brindar cabal cumplimiento a los instrumentos de política de cambio climático de los tres órdenes de gobierno y coadyuvar con acciones de prevención y mitigación durante el desarrollo del proyecto, así como brindar información responsablemente a todo el personal sobre la importancia del cambio climático.

III.1.5. CONVENIO DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA (CDB)

El convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) es el primer tratado multilateral que aborda la biodiversidad como un asunto de importancia mundial, que demuestra la preocupación ante su deterioro y reconoce su importancia para la viabilidad de la vida en la Tierra y el bienestar humano. Entró en Vigor el 29 de diciembre de 1993 y sus objetivos son:

1. La conservación de la diversidad biológica;
2. El uso sostenible de los componentes de la diversidad biológica y;
3. La participación justa y equitativa de los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos.

En dicho convenio se establece en el Artículo 3. Principio:
De conformidad con la Carta de las Naciones Unidas y con los principios del derecho internacional, los Estados tienen el derecho soberano de explotar sus propios recursos en aplicación de su propia política ambiental y la obligación de asegurar que las actividades que se lleven a cabo dentro de su jurisdicción o bajo su control no perjudiquen al medio de otros estados y de zonas situadas fuera de toda jurisdicción nacional.

Asimismo, manifiesta en el artículo 6. Medidas generales a los efectos de la conservación y la utilización sostenible.
Cada parte Contratante, con arreglo a sus condiciones y capacidades particulares:

a) Elaborará estrategias, planes o programas nacionales para conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica o adaptará para ese fin las estrategias, planes o programas existentes, que habrán de reflejar, entre otras cosas, las medidas establecidas en el presente Convenio y que sean pertinentes para la Parte Contratante interesada y
b) Integrará, en la medida de lo posible y según proceda, la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica en los planes, programas y políticas sectoriales o intersectoriales.

Adicionalmente, se manifiesta en el Artículo 10. Utilización sostenible de los componentes de la diversidad biológica:
Cada parte contratante, en la medida de lo posible y según proceda:

A) Integrará el examen de la conservación y la utilización sostenible de los recursos biológicos en los procesos nacionales de adopción de decisiones;
B) Adoptará medidas relativas a la utilización de los recursos biológicos para evitar o reducir al mínimo los efectos adversos para la diversidad biológica;
C) Protegerá y alentará la utilización consuetudinaria de los recursos biológicos, de conformidad con las prácticas culturales tradicionales que sean compatibles con las exigencias de la conservación o de la utilización sostenible;
D) Prestará ayuda a las poblaciones locales para preparar y aplicar medidas correctivas en las zonas degradadas donde la diversidad biológica se ha reducido; y
E) Fomentará la cooperación entre sus autoridades gubernamentales y su sector privado en la elaboración de métodos para la utilización sostenible de los recursos biológicos.

Por otro lado, establece en su Artículo 11. Incentivos:
Cada parte Contratante, en la medida de lo posible y según proceda, adoptará medidas económicas y socialmente idóneas que actúen como incentivos para la conservación y la utilización sostenible de los componentes de la diversidad biológica.

Por lo anterior, el desarrollo de este proyecto se relacionará indirectamente ya que el Convenio no refiere concretamente al desarrollo de obras carreteras, sin embargo, en él se destaca la necesidad de desarrollar proyectos que cumplan en su totalidad los lineamientos establecidos por el Estado, que se desarrollen con enfoque sustentable, que favorezcan las necesidades de desarrollo social y brinden acciones de protección y conservación de la biodiversidad por lo que, la SICT a través de la SCT Oaxaca se apegará cabalmente a lo establecido en la política ambiental del país y no perjudicarán a zonas situadas fuera de la jurisdicción nacional. Asimismo,

obedecerá y favorecerá el cumplimiento del Convenio, mejorando las condiciones actuales de la región, brindando beneficios a la población municipal y desarrollará acciones de protección, conservación, mitigación y restauración para disminuir los impactos a generar.

III.1.6. PLAN ESTATAL DE DESARROLLO (PED) 2016-2022 OAXACA

El Plan Estatal de Desarrollo 2016-2022 publicado por el Gobierno del Estado, tiene el propósito de *aprovechar los recursos, las potencialidades y las oportunidades, naturales como culturales, humanas y productivas de las ocho regiones del estado, para generar un cambio sustantivo en la calidad de vida de la población, por medio de una planeación incluyente y una acción de gobierno transparente, que en un entorno de seguridad, legalidad y paz, reduzca las brechas de desigualdad y pobreza y por consiguiente, Oaxaca se transforme en un lugar donde sea posible crecer y prosperar con dignidad*. Se encuentra estructurado en cinco ejes rectores:

- ✓ **Eje I: Oaxaca incluyente con desarrollo social**, que tiene por objetivo mejorar la calidad de vida y garantizar el acceso a los derechos sociales de toda la población.
- ✓ **Eje II: Oaxaca moderno y transparente,** que busca tener un estado fuerte, honesto, de principios y valores, cohesionado y competitivo.
- ✓ **Eje III: Oaxaca seguro,** que está enfocado en generar una sociedad segura, mediante la protección de su ciudadanía, la prevención del delito y el respeto de los
- ✓ derechos humanos.
- ✓ **Eje IV: Oaxaca productivo e innovador,** cuyo fin es potenciar el desarrollo de todos los sectores económicos a través del empleo y la inversión nacional e internacional.
- ✓ **Eje V: Oaxaca sustentable,** que busca conservar y preservar las riquezas naturales y culturales de nuestra entidad.

De estos, el proyecto en cuestión se relaciona con el *Eje IV. Oaxaca productivo e innovador* dado que la construcción de infraestructura que comunique a la población es el elemento básico para el desarrollo económico y el mejoramiento de las condiciones de vida de los habitantes del municipio.
En dicho Eje, se establece que Oaxaca enfrenta desafíos ya que, *en términos económicos y productivos, Oaxaca se encuentra en la penúltima posición en los índices de competitividad nacional, principalmente debido a factores como sus características geográficas, demasiado accidentadas, y el tipo de tenencia de la tierra, con una gran proporción no regularizada por ser de carácter social; así como por los bajos niveles de servicios y acceso a mercados, considerando que las condiciones de comunicación y transporte presentan, en general, niveles de infraestructura mínimos o nulos en algunos municipios.*
Asimismo, algunas de las problemáticas de dicho sector son:

- *La escasa conectividad con la región Sur-Sureste y las distintas regiones que integran el estado.*
- *La falta de infraestructura carretera y poca conservación de la existente.*
- *Fenómenos meteorológicos que afectan las vías de comunicación, particularmente las carreteras, caminos y puentes.*

En este sentido, se diagnosticó el estado de la infraestructura en el estado por lo que se determinó: *En cuanto a la red troncal, integrada por las vías de comunicación que unen a las ciudades oaxaqueñas más importantes con las entidades vecinas y con el resto del país, presenta el siguiente estado físico: 60% bueno, 20% regular y 20% está en mal estado. Por su parte, en la red alimentadora estatal que permite la comunicación interregional y el enlace de los núcleos de población más importantes del estado, se observa la situación física siguiente: buena en 35%, regular en 20% y mala en 45%. Mientras que, en la red de caminos rurales y brechas, cuya función principal es la integración territorial, se observa que: 30% está en buenas condiciones, 25% en estado regular y 45% en malas condiciones.*

Por lo anterior, el PED establece objetivos y estrategias que plantean mejorar las condiciones actuales del sector movilidad y transportes. En este sentido, el proyecto **Puente vehicular ubicado en el km 12+616, sobre el camino Santo Domingo Yodohino – San Andrés Dinicuiti, con una longitud aproximada de 30.0 m, más accesos, ubicado en el estado de Oaxaca.**, se relaciona con el **objetivo 1**:

Mejorar la conectividad del estado y dentro de sus regiones mediante infraestructura y una plataforma logística de trasporte integral y comunicaciones modernas que fomenten la competitividad, productividad y desarrollo económico y social.

Asimismo, con la **Estrategia 1.2**: *Incrementar y mantener en buenas condiciones físicas la red de carreteras y caminos existentes en Oaxaca para mejorar la conectividad municipal, regional, interestatal y nacional.*
Para dicha estrategia se propusieron **Líneas de acción** como:

- *Incrementar la red carretera del estado privilegiando la conectividad como factor de desarrollo, fortaleciendo la competitividad territorial.*
- *Generar la corresponsabilidad de las comunidades beneficiadas, a través del tequio, en la conservación y reconstrucción de la red carretera y caminera.*
- *Conservar y reconstruir la infraestructura carretera estatal.*

TABLA III. 4 VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LAS LÍNEAS DE ACCIÓN PLANTEADAS EN EL PED 2016-2022.

LÍNEAS DE ACCIÓN	VINCULACIÓN
Incrementar la red carretera del estado privilegiando la conectividad como factor de desarrollo, fortaleciendo la competitividad territorial.	El proyecto pretende mejorar las condiciones actuales del municipio mediante la construcción de un puente vehicular para no afectar la corriente intermitente existente, esto como parte de una prioridad de los tres órdenes de gobierno que busca garantizar la seguridad de los usuarios, así como optimizar el funcionamiento de estas e incrementar las actividades económicas relacionadas con el transporte de mercancías y personas. Asimismo, el proyecto en cuestión se encuentra ajustado con estas líneas de acción, ya que si bien la construcción del puente no trae consigo la apertura de nuevas áreas de explotación (agrícola, silvícola, pesquera, turística y/o minera), si constituye una condición necesaria para contar con infraestructura de calidad que mejore la conexión interregional. Por lo anterior se considera que el proyecto se ajusta a estas estrategias y fungirá como coadyuvante para que se cumpla con ellas.
Generar la corresponsabilidad de las comunidades beneficiadas, a través del tequio, en la conservación y reconstrucción de la red carretera y caminera.	
Conservar y reconstruir la infraestructura carretera estatal.	El proyecto en cuestión, aunque no pretende la reconstrucción de infraestructura existente, desarrollará un proyecto sustentable y de bajo impacto ambiental para la zona. De esta manera brindará conectividad entre diferentes localidades, lo cual reducirá la cantidad de GEI que se pudieran generar por los habitantes al emplear medios de movilidad como automóviles y transporte.

Dada su importancia, la SICT a través de la SCT Oaxaca dará cabal cumplimiento al objetivo y planteamiento de mejorar las condiciones de infraestructura existente en el municipio, así como generar acciones de sustentabilidad, por lo que propone implementar diversas medidas preventivas y mitigantes para el desarrollo del proyecto. De esta manera se busca construir un puente vehicular que conecte a localidades como Barrio San José y San Juan Cuitité, con la finalidad de proveer una vía eficiente y segura que permita el traslado de la población y que incremente la dinámica social y económica; esto es considerado debido a que la construcción de puentes en zonas con localidades cercanas trae consigo un incremento en la producción, al mejorar las condiciones de accesibilidad, a la zona de influencia y con ello la posibilidad de contar con asistencia técnica, utilización de mejores insumos que le permitan lograr el incremento de la producción requerida y con bajos niveles de impacto ambiental.
Por lo anterior se considera que el proyecto se ajusta con los objetivos, estrategias y proyectos contemplados dentro del PED 2016-2022.

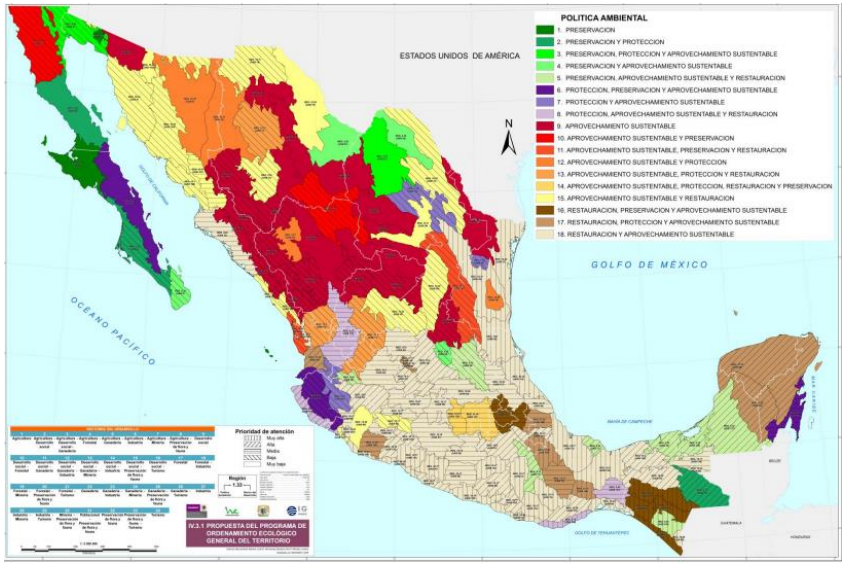
III.1.7. PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO SAN ANDRÉS DINICUITI, OAXACA.

Actualmente no existe un Plan Municipal de Desarrollo (PMD) vigente para San Andrés Dinicuiti. No obstante, de publicarse el PMD durante la evaluación del presente proyecto o durante alguna etapa de construcción, la SICT a través del Centro SCT Oaxaca se compromete a apegarse cabalmente a las disposiciones establecidas por el gobierno estatal y municipal.

III.2 VINCULACIÓN CON PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO

III.2.1. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO.

IMAGEN III. 3 ZONIFICACIÓN DEL POEGT



FUENTE: POEGT, 2012

A nivel nacional se encuentra aplicable el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), publicado en el Diario Oficial de la Federación el 07 de septiembre de 2012, acorde a su artículo 2 y en términos del Artículo 19 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en Materia de Ordenamiento Ecológico; corresponde a un instrumento de planeación y ordenación territorial de primer piso, que sienta las bases para la Regionalización ecológica a nivel nacional y dispone el marco principal de los lineamientos y de las estrategias ecológicas.

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) tiene sustento legal en la LGEEPA y su Reglamento de la LGEEPA en Materia de Ordenamiento Ecológico (RLGEEPAOE). 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.

La base para la regionalización ecológica del POEGT, comprende unidades territoriales sintéticas que se integran a partir de los principales factores del medio biofísico: clima, relieve, vegetación y suelo. La interacción de estos factores determina la homogeneidad relativa del territorio hacia el interior de cada unidad y la heterogeneidad con el resto de las unidades. Con este principio se obtuvo como resultado la diferenciación del territorio nacional en 145 unidades denominadas unidades ambientales biofísicas (UAB), representadas a escala 1:2,000,000, empleadas como base para el análisis de las etapas de diagnóstico y pronóstico, y para construir la propuesta del POEGT.

Las regiones ecológicas se integran por un conjunto de UAB que comparten la misma prioridad de atención, de aptitud sectorial y de política ambiental. A cada UAB le fueron asignados lineamientos y estrategias ecológicas específicas, de la misma manera que ocurre con las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) previstas en los Programas de Ordenamiento Ecológico Regionales y Locales.

De acuerdo con la localización geográfica del proyecto y conforme a la regionalización establecida en el POEGT se identificó que las obras y/o actividades que propone el proyecto se ubican en la Región Ecológica 18.17 en la UAB 72; denominada “Mixteca Alta”. A continuación, se presentan las características de la UAB donde se inserta el proyecto.

TABLA III. 5 ESTRATEGIAS APLICABLES PARA LA REGIÓN ECOLÓGICA DONDE SE INSERTA EL PROYECTO.

CLAVE REGIÓN	UAB	NOMBRE	RECTORES DEL DESARROLLO	COADYUVANTES DEL DESARROLLO	ASOCIADOS DEL DESARROLLO	OTROS SECTORES DE INTERÉS	POLÍTICA AMBIENTAL	NIVEL DE ATENCIÓN PRIORITARIA	ESTRATEGIAS
18.17	72	Mixteca Alta.	Forestal	Agricultura	Poblacional	Ganadería Minería Pueblos indígenas	Restauración y Aprovechamiento sustentable	Muy Alta	4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 24, 25, 26, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44.

Tabla III. 6 DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA DONDE SE INSERTA EL PROYECTO.

REGIÓN ECOLÓGICA: 18.17	
	REGIÓN ECOLÓGICA: 18.17 Unidad Ambiental Biofísica que la compone: 72. Mixteca Alta. Localización: 72. Centro-norte de Oaxaca Estado Actual del Medio Ambiente 2008: **72. Crítico a Muy crítico. Conflicto Sectorial Muy Bajo.** Muy baja superficie de ANPs. Media degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Sin degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es muy baja. Longitud de Carreteras (km): Baja. Porcentaje de Zonas Urbanas: Muy baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km^2): Muy baja. El uso de suelo es Forestal, Agrícola y Pecuario. Déficit de agua superficial. Déficit de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 86.6. Alta marginación social. Muy bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Alto hacinamiento en la vivienda. Bajo indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Muy bajo porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola de subsistencia. Media importancia de la actividad minera. Media importancia de la actividad ganadera.

Fuente: POEGT, 2012

Las estrategias se implementarán a partir de una serie de acciones que cada uno de los sectores en coordinación con otros sectores deberán llevar a cabo, con base en lo establecido en sus programas sectoriales o el compromiso que asuman dentro del Grupo de Trabajo Intersecretarial para dar cumplimiento a los objetivos de este POEGT. Dichas estrategias se encuentran definidas en tres grupos: las dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio, las dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana y las dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.

En la siguiente tabla se detallan las estrategias de aplicables para la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) involucrada con el proyecto.

TABLA III. 7 ESTRATEGIAS DE LA UNIDAD AMBIENTAL BIOFÍSICA DONDE SE INSERTA EL PROYECTO.

ESTRATEGIAS UAB 72	
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio	
B) Aprovechamiento sustentable.	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios. 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas. 7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. 8. Valoración de los servicios ambientales
C) Protección de los recursos naturales.	12. Protección de los ecosistemas. 13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.
D) Restauración.	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables. 15 bis: Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.
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.
B) Zonas de Riesgo y prevención de contingencias	25. Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil. 26. Promover la reducción de la vulnerabilidad física.
E) Desarrollo social.	33. Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza. 34. Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional. 35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos. 36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza. 37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas. 38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.

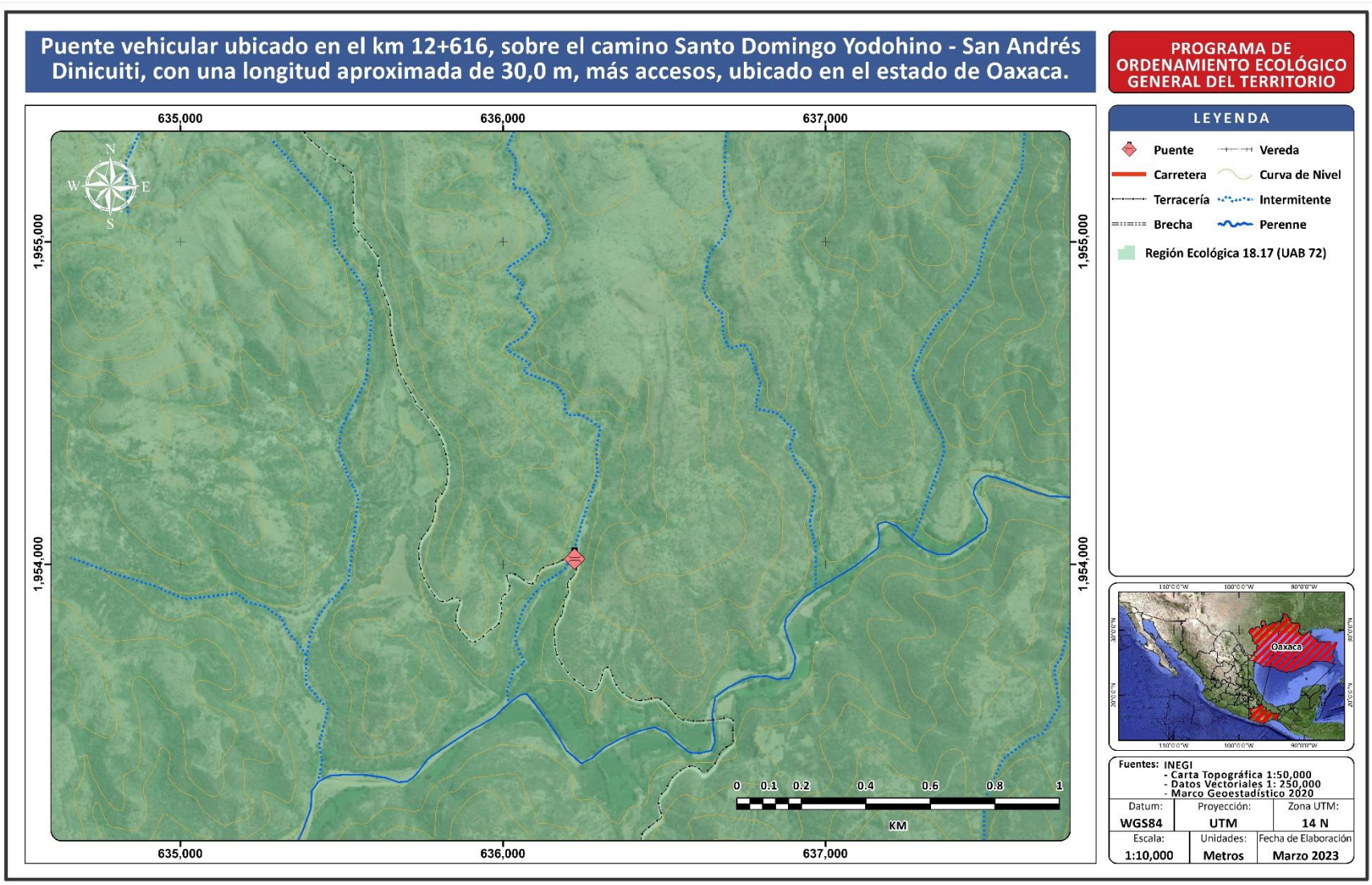
ESTRATEGIAS UAB 72	
	40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación. 41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional	
A) Marco jurídico.	42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.
B) Planeación del ordenamiento territorial.	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos. 44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.

Para el POEGT se formularon 10 Lineamientos Ecológicos, a través de las directrices generales que en lo ambiental, social y económico se deberá promover para alcanzar el estado deseable del territorio nacional.

1. Proteger y usar responsablemente el patrimonio natural y cultural del territorio, consolidando la aplicación y el cumplimiento de la normatividad en materia ambiental, desarrollo rural y ordenamiento ecológico del territorio.
2. Mejorar la planeación y coordinación existente entre las distintas instancias y sectores económicos que intervienen en la instrumentación del programa de ordenamiento ecológico general del territorio, con la activa participación de la sociedad en las acciones en esta área.
3. Contar con una población con conciencia ambiental y responsable del uso sustentable del territorio, fomentando la educación a través de los medios de comunicación y sistemas de educación y salud.
4. Contar con mecanismos de coordinación y responsabilidad compartida entre los diferentes niveles de gobierno para la protección, conservación y restauración del capital natural.
5. Preservar la flora y la fauna, tanto en su espacio terrestre como en los sistemas hídricos a través de las acciones coordinadas entre las instituciones y la sociedad civil.
6. Promover la conservación de los recursos naturales y la biodiversidad, mediante formas de utilización y aprovechamiento sustentable que beneficien a los habitantes locales y eviten la disminución del capital natural.
7. Brindar información actualizada y confiable para la toma de decisiones en la instrumentación del ordenamiento ecológico territorial y la planeación sectorial.
8. Fomentar la coordinación intersectorial a fin de fortalecer y hacer más eficiente al sistema económico.
9. Incorporar al SINAP las áreas prioritarias para la preservación, bajo esquemas de preservación y manejo sustentable.
10. Reducir las tendencias de degradación ambiental, consideradas en el escenario tendencial del pronóstico, a través de la observación de las políticas del Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

A continuación, se presenta la localización del proyecto con respecto a la delimitación establecida por el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT).

IMAGEN III. 4 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO CON RESPECTO AL POEGT.



Fuente: Elaboración propia con datos POEGT

TABLA III. 8 VINCULACIÓN CON LAS ESTRATEGIAS DE LA UAB 72.

ESTRATEGIAS UAB	VINCULACIÓN
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio	
B) Aprovechamiento sustentable. 4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios. 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas. 7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. 8. Valoración de los servicios ambientales.	En cuanto a las estrategias del grupo I relacionadas con: B) Aprovechamiento sustentable, C) Protección de los recursos naturales, D) Dirigidas a la Restauración y E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios: Si bien el proyecto no contempla ejecutar actividades de aprovechamiento de recursos naturales, pretende promover la conservación y protección de los recursos mediante la aplicación y ejecución de diversas acciones enmarcadas en la protección y restauración de los recursos naturales, dichas acciones se describen subsecuentemente en el presente documento, sin embargo, es importante mencionar que las medidas propuestas se encuentran principalmente orientadas a la protección y prevención de la contaminación de recursos sensibles como suelo, agua, flora y fauna. El objetivo primordial de las acciones propuestas es prevenir la erosión, proteger la calidad de agua, promover la protección y conservación de flora y fauna, así como mantener los servicios ambientales. Algunas de las medidas propuestas son: • Se ejecutará un plan integral de manejo de residuos sólidos. • Para evitar la generación de basura en el área de tiro se ubicarán contenedores para que el personal de operación, se prohíbe terminantemente verter desechos al suelo o cuerpo de agua. • La empresa constructora debe desarrollar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos utilizados, • Capacitar al personal sobre la importancia y conservación de los recursos naturales. • Prohibir la extracción de flora silvestre • Deberán evitarse excavaciones y remociones de suelo innecesarias. • Los árboles cercanos a la ruta del puente y sus accesos serán marcados para que no sean afectados. • Llevar a cabo recorridos con el propósito de ahuyentar la fauna nativa y natural para evitar su afectación Con la aplicación de las medidas de mitigación descritas subsecuentemente en este documento, se busca asegurar la viabilidad ambiental del proyecto y de igual manera dar cumplimiento a las estrategias del grupo I.
C) Protección de los recursos naturales. 12. Protección de los ecosistemas. 13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de bio fertilizantes	
D) Restauración. 14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas	
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios 15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables. 15 Bis: Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.	
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 en cuestión mejorará las condiciones del entorno municipal y principalmente mejorará las condiciones de conectividad de localidades como Barrio San José y San Juan Cuitití, con lo cual se fortalecerá el patrimonio estatal por las acciones de protección y conservación del área.

ESTRATEGIAS UAB	VINCULACIÓN
b) Zonas de Riesgo y prevención de contingencias. 25. Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil. 26. Promover la reducción de la vulnerabilidad física.	Considerando que la mayoría de la superficie del estado de Oaxaca es eminentemente rural, es innegable que la dotación de servicios y producción depende en buena medida de la infraestructura carretera. Bajo este indicador, el estado cuenta con diversas actividades económicas importantes que contribuyen al crecimiento agrícola, ganadero y turístico a nivel local, regional y nacional. Derivado de lo anterior y con relación en las estrategias del grupo II, el proyecto pretende la construcción de un puente vehicular en una región impactada donde se busca: • Garantizar la seguridad de los usuarios. • Incentivar el crecimiento económico. • Mejorar la transitabilidad en el traslado de productos Con base en esto se puede establecer que el proyecto se alinea con las estrategias relacionadas con A) Suelo urbano y vivienda, B) Zonas de riesgo, C) Agua y saneamiento y prevención de contingencias, D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional, y E) Desarrollo Social, toda vez que, se prevé que con la inserción del proyecto, se promueva e incentive una mejora en la dinámica económica y social, dando además una mayor seguridad y accesibilidad a las comunidades rurales con alto grado de rezago y carencia de infraestructura de calidad, ya que de acuerdo con Torreblanca (2008) la infraestructura tanto incrementa el crecimiento y reduce la desigualdad en el ingreso implica que el desarrollo de infraestructura puede ser un ingrediente clave en la reducción de la pobreza. Finalmente, en la promoción del desarrollo económico de la región se buscará a emplear e integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables.
E) Desarrollo Social 33. Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza. 34. Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional. 35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos. 36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza. 37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas. 38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza. 40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación. 41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.	
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional	
A) Marco jurídico. 42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	Por su parte las estrategias del grupo III, con el presente proyecto se pretende ayudar en el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad con el fin de impulsar proyectos productivos y que faciliten las actividades económicas de la región.
B) Planeación del ordenamiento territorial. 43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos. 44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	

Con relación a los lineamientos ecológicos generales establecidos en el POEGT se tiene que el proyecto se puede relacionar solamente con cuatro de ellos, mismos que se vinculan a continuación:

TABLA III. 9 VINCULACIÓN CON LOS LINEAMIENTOS DEL POEGT.

LINEAMIENTO	VINCULACIÓN
1. Proteger y usar responsablemente el patrimonio natural y cultural del territorio, consolidando la aplicación y el cumplimiento de la normatividad en materia ambiental, desarrollo rural y ordenamiento ecológico del territorio.	Tomando en cuenta que el proyecto refiere a la construcción de un puente vehicular y que dicho proyecto será presentado para su revisión y autorización ante las autoridades competentes se prevé que la ejecución del proyecto no ponga en riesgo el equilibrio ecológico y la dinámica ecosistémica del sitio, aunado a esto se proponen diversas medidas de mitigación para asegurar la viabilidad ambiental de este, dichas medidas son desglosadas y descritas posteriormente y son propuestas tomando siempre en cuenta el cumplimiento la normatividad aplicable.
2. Mejorar la planeación y coordinación existente entre las distintas instancias y sectores económicos que intervienen en la instrumentación del programa de ordenamiento ecológico general del territorio, con la activa participación de la sociedad en las acciones en esta área.	El promovente no cuenta con las facultades para desarrollar las acciones mencionadas en el presente lineamiento.
3. Contar con una población con conciencia ambiental y responsable del uso sustentable del territorio, fomentando la educación a través de los medios de comunicación y sistemas de educación y salud.	El promovente no cuenta con las facultades para desarrollar las acciones mencionadas en el presente lineamiento.
4. Contar con mecanismos de coordinación y responsabilidad compartida entre los diferentes niveles de gobierno para la protección, conservación y restauración del capital natural.	La evaluación y determinación de la factibilidad del proyecto en materia de impacto ambiental corresponde a la SEMARNAT y deberá ajustarse a la normatividad a cargo del Gobierno del Estado de Oaxaca.
5. Preservar la flora y la fauna, tanto en su espacio terrestre como en los sistemas hídricos a través de las acciones coordinadas entre las instituciones y la sociedad civil.	Con el objetivo de preservar la flora y la fauna se proponen acciones de marcaje de individuos y delimitación de las zonas de trabajo para evitar daños a la flora que pueda existir, aun cuando no se requerirá cambio de uso de suelo y no se prevén afectaciones a la vegetación pues se empleará el camino existente. Con respecto a la fauna dentro de las medidas previstas se contempla el ahuyentamiento constante, así como implementar reglamentos que promuevan el cuidado y respeto a los recursos naturales. Dichas medidas se describen a conciencia subsecuentemente presente documento.
6. Promover la conservación de los recursos naturales y la biodiversidad, mediante formas de utilización y aprovechamiento sustentable que beneficien a los habitantes locales y eviten la disminución del capital natural.	El promovente no cuenta con las facultades para desarrollar las acciones mencionadas en el presente lineamiento y la naturaleza del proyecto, no corresponde a este sector.
7. Brindar información actualizada y confiable para la toma de decisiones en la instrumentación del ordenamiento ecológico territorial y la planeación sectorial.	El promovente no cuenta con las facultades para desarrollar las acciones mencionadas en el presente lineamiento y la naturaleza del proyecto, no corresponde a este sector.
8. Fomentar la coordinación intersectorial a fin de fortalecer y hacer más eficiente al sistema económico.	El promovente no cuenta con las facultades para desarrollar las acciones mencionadas en el presente lineamiento y la naturaleza del proyecto, no corresponde a este sector.
9. Incorporar al SINAP las áreas prioritarias para la preservación, bajo esquemas de preservación y manejo sustentable.	El promovente no cuenta con las facultades para desarrollar las acciones mencionadas en el presente lineamiento y la naturaleza del proyecto, no corresponde a este sector.
10. Reducir las tendencias de degradación ambiental, consideradas en el escenario tendencial del pronóstico, a través de la observación de las políticas del Ordenamiento Ecológico	Al tratarse de un proyecto en donde se contempla la construcción de un puente vehicular, se prevé que los impactos sean de baja extensión y severidad dado que no se requerirá superficie de Cambio de Uso de Suelo. Asimismo, el diseño y construcción de las obras que se consideran en la descripción del proyecto, se hicieron

LINEAMIENTO	VINCULACIÓN
General del Territorio.	con enfoque sustentable y en observancia a este lineamiento en la medida de evidenciar la viabilidad ambiental y factibilidad técnica. Además, mediante la correcta aplicación de las medidas de mitigación propuestas se busca minimizar en medida de lo posible los impactos que se pudieran generar durante las etapas del proyecto. Con base en lo anterior, se concluye que el proyecto no se contrapone a este lineamiento.

III.2.2. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO REGIONAL DEL TERRITORIO DEL ESTADO DE OAXACA[5]

El Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio Estado de Oaxaca vigente, fue publicado el 27 de febrero de 2016, tiene como objetivo: a) Asegurar que el aprovechamiento de los elementos naturales se realice de manera integral; b) Ordenar la ubicación de las actividades productivas y de servicios de acuerdo con las características de cada ecosistema o región, la ubicación y condición socioeconómica de la población; c) Establecer las políticas de protección, conservación, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, y e) Favorecer los usos del suelo con menor impacto adverso ambiental y beneficio a la población, sobre cualquier otro uso.

El POERTEO se compone de 55 Unidades de Gestión Ambiental (UGA), las cuales tienen asignadas conflictos, lineamientos, criterios de regulación ecológica que dictan la dirección de las actividades que se pretendan realizar dentro de la misma y comentarios.

Presentan la siguiente distribución:

- **26 UGAS** están definidas con estatus de Aprovechamiento Sustentable (47%), espacialmente representan el 67 79 por ciento del total del territorio del estado.
- **14 UGAS** están definidas con estatus de Conservación con aprovechamiento (25%), espacialmente representan el 9.34 por ciento del total del territorio del estado.
- **13 UGAS** están definidas con estatus de Restauración con aprovechamiento (24%), espacialmente representan el 4.10 por ciento del total del territorio del estado.
- **2 UGAS** están definidas con estatus de Protección (4%). espacialmente representan el 18.78 por ciento del total del territorio del estado.

Dispone estrategias específicas y generales, con criterios de regulación ecológica que refiere a aspectos generales o específicos que norman los diversos usos de suelo en el área de ordenamiento e incluso de manera específica a nivel de las distintas Unidades de Gestión Ambiental.

En la siguiente Imagen se muestra la sobreposición del Sistema Ambiental con respecto de las UGA del POERTEO, 2016 y se identificó la que se encuentra relacionada con el desarrollo del proyecto (Ver siguiente Tabla). Se observa que la política aplicable a la UGA 027 corresponde a Restauración con Aprovechamiento.

TABLA III. 10 CARACTERÍSTICAS DE LA UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL 027

UGA 027			POLÍTICA: RESTAURACIÓN CON APROVECHAMIENTO		
Superficie	162,990.27 Ha	**Población**	17,836	**Regiones**	1, 2, 3, 4, 6, 7.
Riesgo	Medio	**Biodiversidad**	Alta	**Presión**	Alto
Cobertura: Agricultura 23.75%, Asentamientos Humanos 0.00%; Bosque de Coníferas 4.91%, Bosque de Coníferas y Latifoliadas 29.68%, Bosque de Encino 1.74%; Bosque Mesófilo de Montaña 2.99%; Cuerpo de Agua 0.02%; Matorral Xerófilo 4.17%. Pastizal 17.17%, Selva Caducifolia y Subcaducifolia 6.26%, Selva Perennifolia y Subperennifolla 9.33% Sin vegetación aparente 0.00%; Vegetación Acuática 0.00%			**Aptitud:** Uso Recomendado: S7 (Forestal), S3 (Apícola). Uso Condicionado: S9 (Industria), S9(E) (Industria – Energías alternativas), S10 (Minería). Uso No recomendado: S6 (Ecoturismo), S11 (Turismo). Sin Aptitud: S2 (Agrícola), S1 (Acuícola), S4 (Asentamientos Humanos), S8 (Ganadero).		
Conflictos			S7-S10 (Forestal-Minería), S3-S9 (Apícola-Industrial), S3-S10 (Apícola-Minería).		
Lineamiento			Recuperar al menos 3,000 ha de bosque mesófilo y al menos 9,000 ha de selvas caducifolias y subcaducifolias para evitar la pérdida de especies y ecosistemas además de garantizar la preservación de sus funciones, así como incentivar programas encaminados a la prevención de incendios forestales y restauración de áreas siniestradas, transitando		

[5] *Disponible en: http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/datos/portal/poet/2020/decreto_poerteo_160227.pdf*

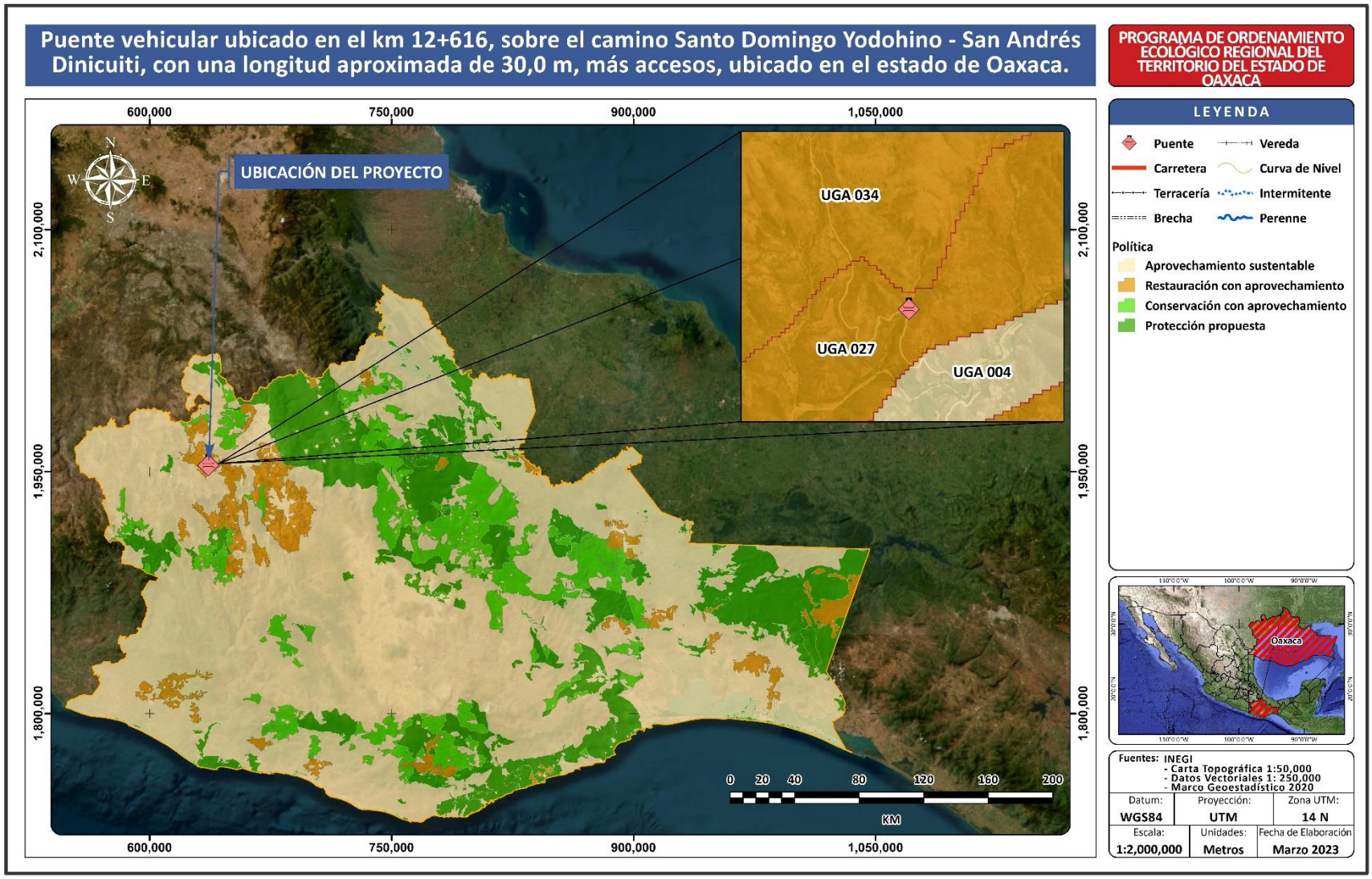
UGA 027	POLÍTICA: RESTAURACIÓN CON APROVECHAMIENTO
	de las 66,695 ha productivas de actividades agropecuarias hacia actividades con aptitud y que contribuyan a la restauración del suelo.
CRE	C-007, C-008, C-009, C-010, C-011, C-012, C-013, C-014, C-015, C-017, C-029, C-033, C-034, C-035, C-036, C-039, C-040, C-045, C-046, C-047, C-049.

Acorde con las características y políticas aplicables, a la UGA 027 le corresponden acciones de restauración con aprovechamiento. En este sentido, aun cuando no corresponden a este tipo de actividades el desarrollo del proyecto, se ejecutarán actividades que garanticen la protección y conservación de las especies biológicas buscando la protección de especies de vegetación primaria y secundaria, y favoreciendo su recuperación.

Se garantizará la conectividad ecosistémica y se garantizará la protección del derecho de vía que no corresponda a la zona de rodamiento, por lo que se realizarán acciones de reforestación para mantener cobertura vegetal sobre el derecho de Vía.

Finalmente, se realizarán acciones de protección a las márgenes con el fin de proteger la vegetación existente.

IMAGEN III. 5 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO CON RESPECTO AL POERTEO.



Fuente: Elaboración propia con datos del POERTEO.

Por otro lado, en los Lineamientos establecidos, se manifiesta que la UGA 027 es un área de aprovechamiento sustentable para recuperación de determinadas hectáreas de bosque mesófilo y de selvas caducifolias y subcaducifolias para evitar la pérdida de especies y ecosistemas. En este sentido, el proyecto no se contrapone dado que la obra a realizar se desarrollará en una zona puntual y pretende dar un uso racional del suelo existente en la zona, como es el caso de la construcción de un puente que brinde beneficios al municipio y en general a todo el estado de Oaxaca.

Asimismo, dada la importancia ecológica con que cuenta el SA y el AIP, se diseñó el proyecto de manera que la afectación a estos ecosistemas sea mínima y se compensen las áreas afectadas del AIP, con la implementación de diferentes Programas (Anexos a este estudio de impacto ambiental). Igualmente, el Centro SCT Oaxaca somete a evaluación de la autoridad el presente proyecto que da cumplimiento normativo en materia de impacto ambiental a las disposiciones establecidas.

En la siguiente tabla se indican los criterios de regulación ecológica aplicables al proyecto, mismos que se transcribieron y posteriormente, se expone la vinculación y propuesta generada, para brindarle cumplimiento.

Estos criterios refieren a una serie de reglas o recomendaciones para poder realizar las diferentes actividades o usos compatibles, y establecen las condiciones para ciertos usos que necesitan tener limitaciones para no generar conflictos ambientales, mismos que se disponen según la aptitud territorial, por cada uso potencial para cada UGA.

Tabla III. 11 VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LOS CRITERIOS ESTABLECIDOS PARA LA UGA.

N.	CRITERIO DE REGULACIÓN ECOLÓGICA	VINCULACIÓN
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.	Dada la naturaleza del proyecto, no se pretende desarrollar acciones de introducción de especies al SA y AIP, por lo que este criterio no es aplicable.
C-008	Para acciones de reforestación, estas se deberán llevar a cabo con especies nativas considerando las densidades naturales, de acuerdo a la vegetación existente en el entorno.	Como parte del proyecto, se realizará la reforestación con especies nativas y/o de importancia para el Sistema Ambiental.
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.	Dada la naturaleza del proyecto, no se realizarán acciones de colecta o extracción de flora, fauna, hongos, minerales y/o recursos naturales, por lo que este criterio no resulta aplicable.
C-010	Deberán mantenerse y preservarse los cauces y flujos de ríos o arroyos que crucen las áreas bajo política de protección, conservación o restauración.	No se pretende afectar permanentemente el cauce intermitente aledaño al puente a construir, dado que su diseño se planteó para no afectarlo. Asimismo, se desarrollarán acciones de protección, conservación y de ser el caso restauración.
C-011	Se evitará el desmonte, quema o remoción de ecosistemas naturales en áreas de restauración.	El uso de suelo existente en la zona es de vegetación secundaria de selva baja caducifolia, misma que se no se verá afectada durante el desarrollo del proyecto. Asimismo, la SICT a través de la SCT Oaxaca se compromete a desarrollar acciones de protección y mitigación del ecosistema.
C-012	Las actividades productivas y recreativas deberán realizarse fuera de las zonas de anidación, reproducción y alimentación de la fauna silvestre.	Dada la naturaleza del proyecto, no se pretenden realizar actividades productivas y/o recreativas en zonas de anidación por lo que este criterio no es aplicable.
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.	Existe una corriente intermitente aledaña al área del proyecto, no obstante, no se pretenden afectar. Asimismo, se desarrollaron diferentes programas que permitirán mejorar las condiciones hídricas del AIP como son: • Programa de Rescate y Reubicación de Flora • Programa de Rescate y Reubicación de Fauna • Programa de Restauración Forestal de suelo y cuerpos hídricos.

N.	CRITERIO DE REGULACIÓN ECOLÓGICA	VINCULACIÓN
		• Programa de Vigilancia Ambiental
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	Existe una corriente intermitente aledaña al área del proyecto, no obstante, no se pretende afectar. Asimismo, se desarrollaron diferentes programas que permitirán mejorar las condiciones hídricas del AIP como son: • Programa de Rescate y Reubicación de Flora • Programa de Rescate y Reubicación de Fauna • Programa de Restauración Forestal de suelo y cuerpos hídricos. • Programa de Vigilancia Ambiental En estos programas se consideran las acciones de prevención, mitigación por las actividades a desarrollar.
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.	Existe una corriente intermitente aledaña al área del proyecto, no obstante, no se pretenden afectar. Asimismo, se desarrollaron diferentes programas que permitirán mejorar las condiciones hídricas del AIP como son: • Programa de Rescate y Reubicación de Flora • Programa de Rescate y Reubicación de Fauna • Programa de Restauración Forestal de suelo y cuerpos hídricos. • Programa de Vigilancia Ambiental En estos programas se consideran las acciones de prevención, mitigación por las actividades a desarrollar.
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.	Dada la naturaleza del proyecto, su desarrollo no tendrá estos alcances y el promovente no cuenta con la facultad de desarrollar estas acciones.
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.	El Centro SCT Oaxaca se asegurará del cumplimiento de este criterio, de la LGGPIR y de la ley residuos estatal. El material producto del despalme se empleará en acciones de reforestación y para otro tipo de materiales como los residuos sólidos urbanos que se generen, se instalarán contenedores de 200 litros de capacidad, de tal manera que estos se entreguen al servicio público de limpia municipal o un prestador de servicios acreditado para la recolección y disposición final en sitios autorizados.
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 (ver mapa de riesgos de inundación del POERTEO).	El diseño del proyecto incluye obras de drenaje que no interrumpan el flujo del agua, evitarán su represamiento y disminuirán los riesgos a inundaciones. De igual forma, se desarrollaron diferentes programas que permitirán mejorar las condiciones hídricas del AIP como son: • Programa de Rescate y Reubicación de Flora • Programa de Rescate y Reubicación de Fauna • Programa de Restauración Forestal de suelo y cuerpos hídricos. • Programa de Vigilancia Ambiental
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.	La naturaleza del proyecto no considera desarrollar actividades apícolas, por lo que no resulta aplicable este criterio.
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.	La naturaleza del proyecto no considera desarrollar actividades apícolas, por lo que no resulta aplicable este criterio.
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.	La naturaleza del proyecto no considera desarrollar actividades apícolas, por lo que no resulta aplicable este criterio.

N.	CRITERIO DE REGULACIÓN ECOLÓGICA	VINCULACIÓN
C-039	La autoridad competente estatal deberá regular la explotación de encinos y otros productos maderables para la producción de carbón vegetal.	No corresponde a la SICT a través del centro SCT Oaxaca regular la explotación de encinos y productos maderables por lo que no resulta aplicable este criterio.
C-040	La actividad forestal sólo podrá desarrollarse enfocado a la reforestación con especies nativas y servicios ambientales.	La naturaleza del proyecto no considera desarrollar actividades forestales por lo que no resulta aplicable este criterio.
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	Dada la naturaleza del proyecto y ubicación su desarrollo no tendrá estos alcances.
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.	A fin de garantizar el cumplimiento de este artículo, el Centro SCT Oaxaca desarrolló el Programa de Vigilancia Ambiental, donde se incluyen buenas prácticas a desarrollar durante las etapas del proyecto en concordancia con la Ley General de Prevención y Gestión de Residuos Sólidos. Por otro lado, se tomarán todas las precauciones para impedir que se genere un problema de contaminación del suelo. Entre las principales medidas a implementar, estará la instalación de contenedores de 200 litros de capacidad, para la adecuada separación, depósito y manejo de los residuos sólidos urbanos que se generen, de tal manera que estos se entreguen al servicio público de limpia municipal o un prestador de servicios acreditado para la recolección y disposición final en sitios autorizados. No obstante, de existir algún tipo de contaminación al suelo, se desarrollarán los programas y medidas necesarios, conforme a la normatividad ambiental aplicable.
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.	La naturaleza del proyecto no considera la instalación de generadores eólicos, por lo que no resulta aplicable este criterio. No obstante, se realizarán acciones preventivas y mitigantes para reparar los efectos negativos generados por el proyecto.
C-049	Se recomienda otorgar permisos para el aprovechamiento de materiales pétreos en cauces de ríos y arroyos solo cuando la extracción coadyuve a la rectificación del cauce o no afecte el cauce natural del mismo.	La SICT a través del centro SCT Oaxaca no cuenta con la facultad de brindar permisos para el aprovechamiento de materiales pétreos en cauces de ríos y arroyos, por lo que este criterio, no resulta aplicable.

Conforme al análisis anterior, se observa que de los Criterios de Regulación Ecológica ninguno de estos, se contrapone al desarrollo de la obra, y se proponen diferentes formas de garantizar su cumplimiento. Asimismo, la SCT de Oaxaca manejará una política ambiental que implicará que en las cláusulas de los contratistas se establezcan medidas que garanticen vigilancia y monitoreo que satisfagan los criterios y las propuestas expuestas.

III.3 VINCULACIÓN CON ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS U OTRAS ZONIFICACIONES PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN (RTP Y/O RHP), O LA RELATIVAS A LA REGULACIÓN DEL USO DEL SUELO URBANO (PDU).

III.3.1. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

Las áreas naturales protegidas son lugares que preservan los ambientes naturales representativos de las diferentes regiones biogeográficas y ecológicas, así como los ecosistemas frágiles, para asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos ecológicos y evolutivos y la conservación y el aprovechamiento sustentable de la biodiversidad y de los servicios ambientales, de los cuales dependemos y formamos parte los seres humanos. Estos incluyen, el abasto de agua, el control de la erosión, la reducción del riesgo de inundaciones y la captura del bióxido de carbono, entre muchos otros servicios que recibimos de la naturaleza pero que estamos perdiendo al alterarla.

Las ANPs son definidas por la legislación federal como zonas del territorio nacional en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas y están sujetas al régimen de protección de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA, 2007).

Teniendo como conocimiento, que las Áreas Naturales Protegidas están sujetas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo, según categorías establecidas en la Ley, específicamente con las disposiciones del Título Segundo de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente (LGEEPA) sobre Biodiversidad y su Reglamento en materia de Áreas Naturales Protegidas (ANPs), específicamente en lo que se establece en el artículo 44, en el que se dispone la zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la Nación ejerce soberanía y jurisdicción, en los que los ambientes originales no han sido significa mente alterados por la actividad del ser humano, o que requieren ser preservadas y restauradas, quedaran sujetas al régimen previsto en la Ley y los demás ordenamientos aplicables.

III.3.1.1. Áreas Naturales Protegidas Federales

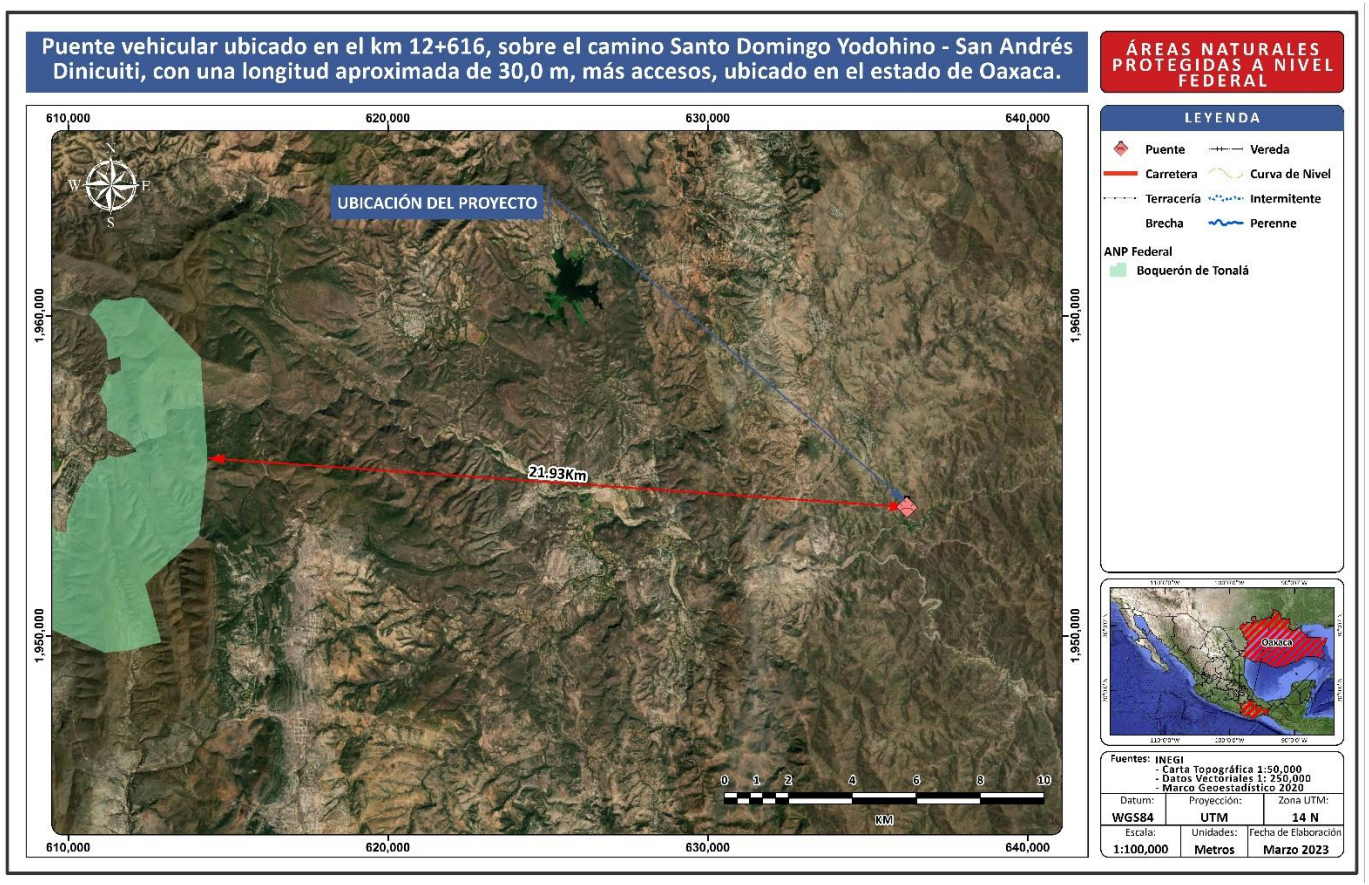
Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) son superficies del territorio dedicadas a conservar los ecosistemas más relevantes y representativos en una región, proteger la flora y fauna, asegurar la continuidad de los procesos ecológicos y mantener diversos servicios ambientales de los cuales depende el ser humano, tales como alimento, abasto de agua, captura de carbono, entre muchos otros beneficios.
En la siguiente tabla se listan las áreas naturales decretadas en el estado de Oaxaca.

TABLA III. 12 ANPS DEL ESTADO DE OAXACA.

NÚM	NOMBRE DEL ÁREA	CATEGORÍA DE MANEJO	REGIÓN	SUPERFICIE (HA)	FECHA DE DECRETO
1	Benito Juárez	Parque Nacional	Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur	2,591.52	30/12/37
2	Boquerón de Tonalá	Área de Protección de Flora y Fauna	Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur	3,912.32	22/09/08
3	Huatulco	Parque Nacional	Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur	11,890.98	24/07/98
4	Lagunas de Chacahua	Parque Nacional	Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur	14,896.07	09/07/37
5	Pacífico Mexicano Profundo	Reserva de la Biosfera	Península de Baja California y Pacífico Norte, Occidente y Pacífico Centro y Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur	43,614,120.19	07/12/16
6	Playa de Escobilla	Santuario	Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur	146.09	29/10/86
7	Playa de la Bahía de Chacahua	Santuario	Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur	92.65	29/10/86
8	Yagul	Monumento Natural	Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur	1,076.06	24/05/99

Fuente: CONANP,2022

IMAGEN III. 6 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO CON RESPECTO A ANP FEDERALES.



Fuente: Elaboración propia

Vinculación

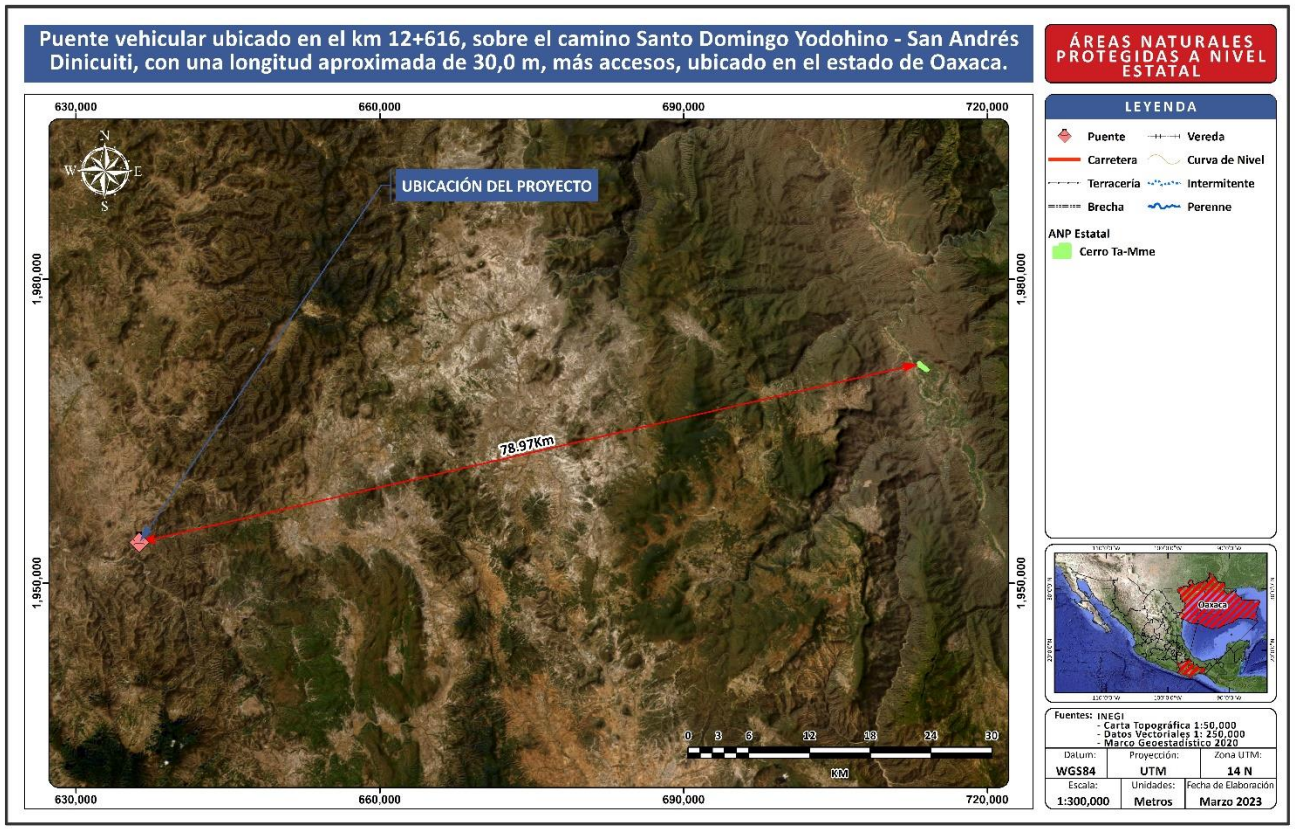
Con base en el análisis espacial realizado, se determina que el área del proyecto no se localiza inmerso dentro de algún Área Natural Protegida de carácter federal decretada. La más cercana al sitio del proyecto es el área denominada "Área de Protección de Flora y Fauna Boquerón de Tonalá" localizada al oeste del sitio del proyecto a una distancia en línea recta de 21.93 Km.

III.3.1.2. Áreas Naturales Protegidas estatales

Las Áreas Naturales Protegidas son porciones terrestres o acuáticas del territorio estatal representativas de sus diversos ecosistemas, en donde el ambiente original no ha sido esencialmente alterado por la actividad del ser humano o aquellas que, a pesar de haber sido afectadas, requieran ser sometidas a programas de preservación o de restauración por su relevancia particular para el Estado.

En las Áreas Naturales Protegidas de jurisdicción estatal, no podrá autorizarse la creación de nuevos centros de población, así como también queda prohibida la introducción de especies exóticas invasoras.

IMAGEN III. 7 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO CON RESPECTO A ANP ESTATALES



Fuente: Elaboración propia

Vinculación

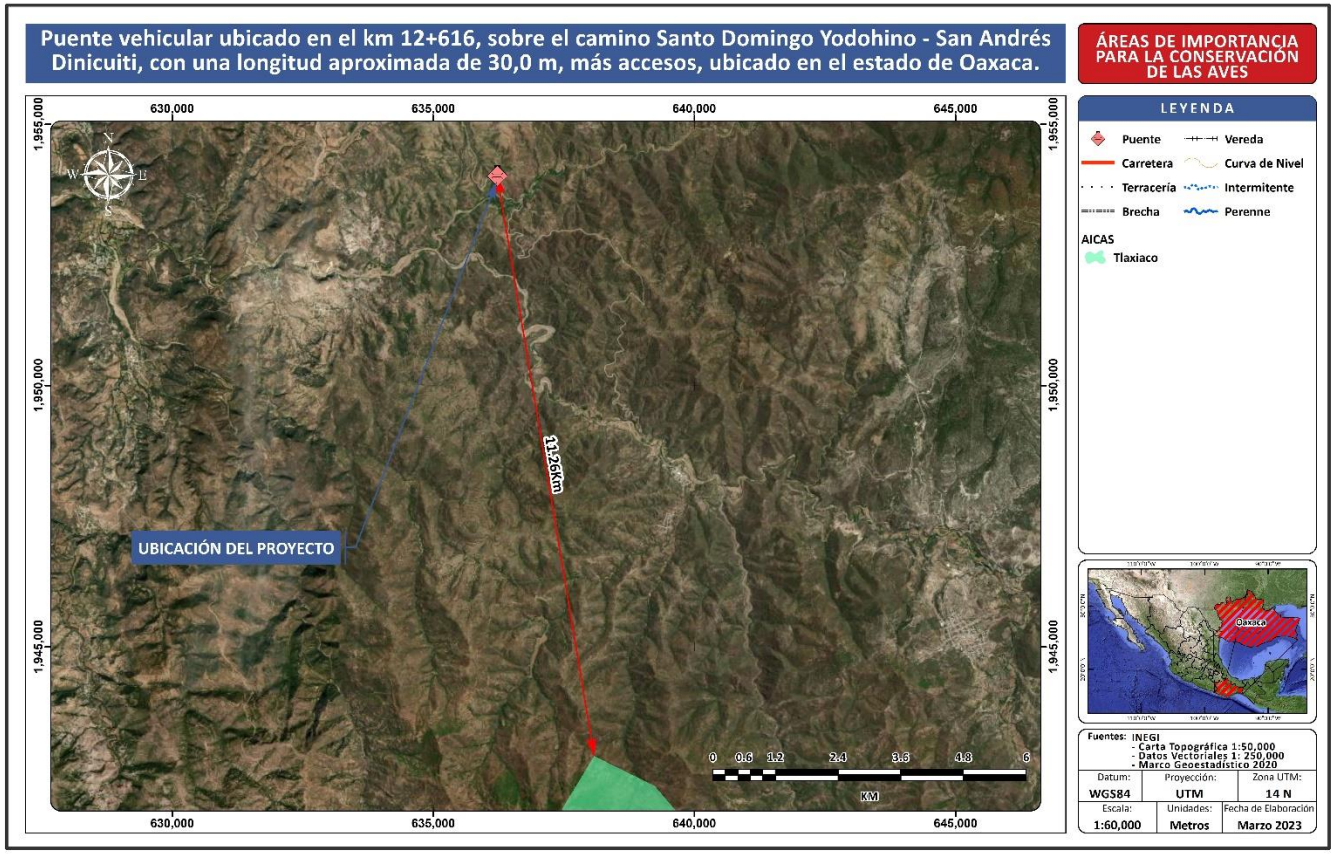
De acuerdo con el análisis cartográfico realizado, el área del proyecto no se localiza inmerso dentro de ningún Área Natural Protegida de carácter Estatal, la más cercana al sitio del proyecto es el área denominada "Cerro Ta-Mme" localizada al noreste del sitio del proyecto a una distancia de 78.97 Km en línea recta.

III.3.2 REGIONES PRIORITARIAS DE ACUERDO CON LA CONABIO.

III.3.2.1. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA).

Las AICA surgen de un programa de Birdlife Internacional, el cual busca identificar este tipo de áreas en todo el mundo. Mediante criterios como la amenaza que sufren las especies de aves, lo restringido de sus distribuciones y la cantidad de aves que se pueden congregar en un solo sitio.
En la siguiente imagen se muestra la ubicación del proyecto con respecto a la delimitación establecida por la CONABIO para las AICA.

IMAGEN III. 8 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO CON RESPECTO A LAS AICA



Fuente: Elaboración propia

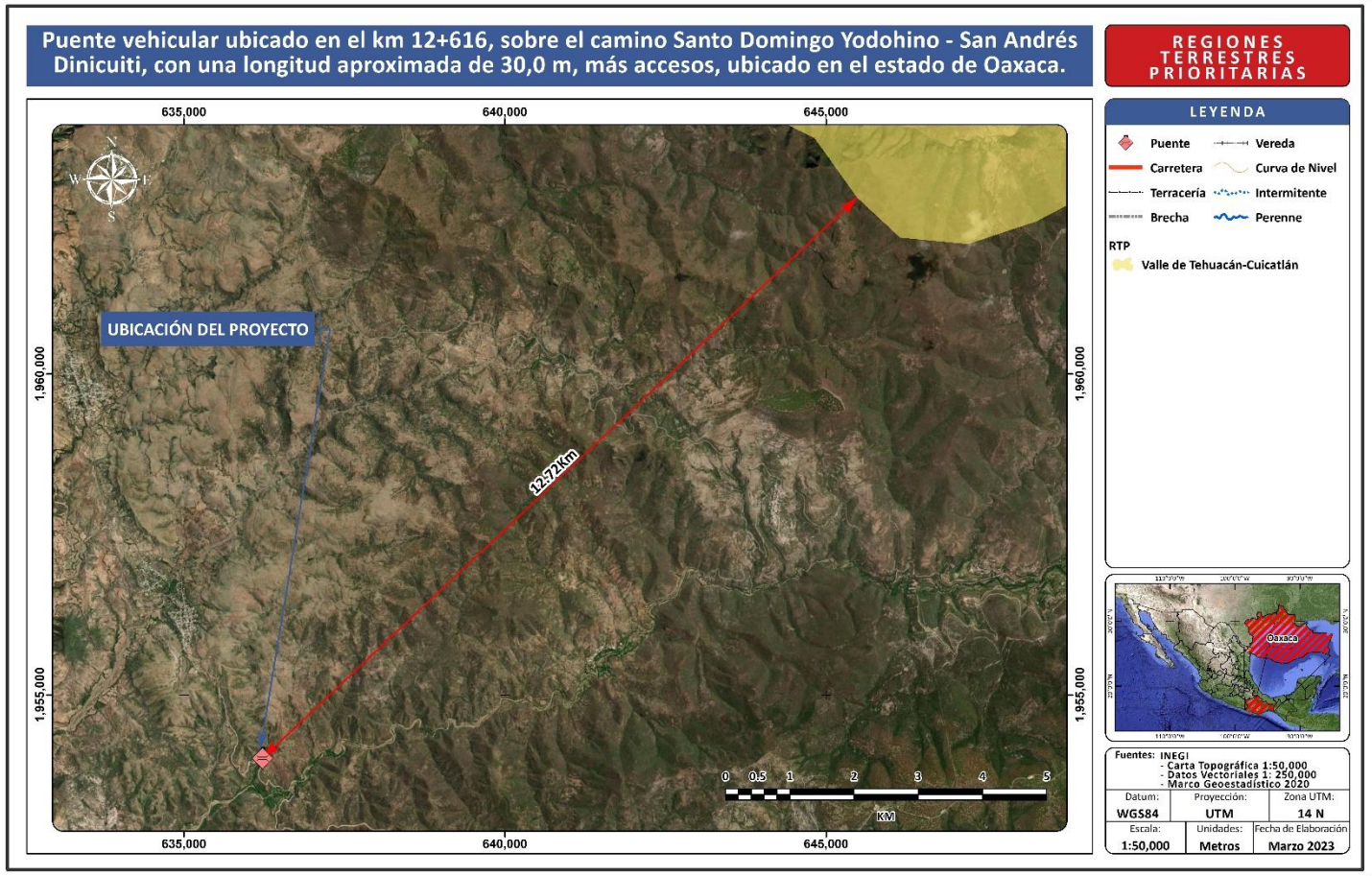
VINCULACIÓN

Derivado del análisis espacial realizado se obtuvo que el proyecto a desarrollar no se encuentra inmerso dentro algún área de importancia para la conservación de aves (AICA). La más cercana es la denominada "Tlaxiaco". Esta AICA se localiza a 11.26 km del proyecto en línea recta hacia el sur.

III.3.2.2. Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)

El Proyecto Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), en particular, tiene como objetivo general la determinación de unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destaquen la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación.

IMAGEN III. 9 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO CON RESPECTO A LAS RTP.



Fuente: Elaboración propia

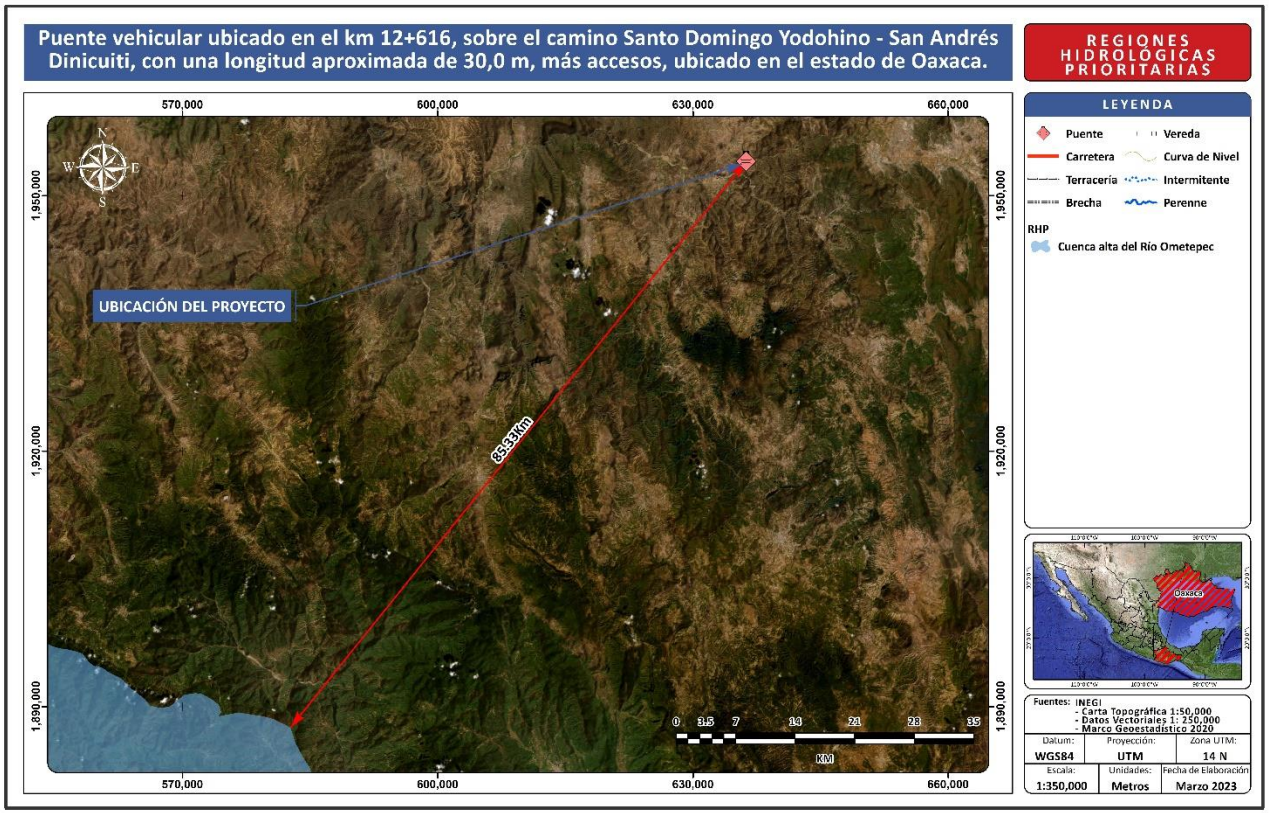
Vinculación

Derivado del análisis espacial realizado se determinó que el proyecto no se localiza sobre ninguna Región Terrestre Prioritaria. La más cercana es la 121, denominada "Valle de Tehuacán-Cuicatlán".
Se localiza al norte del área del proyecto a 12.72 km de distancia en línea recta.

III.3.2.3. Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)

Las aguas epicontinentales incluyen una rica variedad de ecosistemas, muchos de los cuales están física y biológicamente conectados o articulados por el flujo del agua y el movimiento de las especies. Estas conexiones son fundamentales para el mantenimiento de la biodiversidad y el bienestar de las comunidades humanas, no sólo a niveles local y regional, sino nacional y global. El hecho de que haya muchas especies en franca declinación o enfrentando la extinción en los pocos países en donde se cuenta con conocimiento de campo razonable, justifica la preocupación real por el estado de la biodiversidad de las aguas epicontinentales. Es así como surge la necesidad de revisar el estatus de la información sobre la diversidad y el valor biológico de las cuencas hidrológicas, además de evaluar las amenazas directas e indirectas sobre los recursos y el potencial para su conservación y manejo adecuado. En el siguiente mapa se muestra la ubicación del proyecto con respecto a la delimitación establecida por la CONABIO para las RHP.

IMAGEN III. 10 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO CON RESPECTO A LAS RHP



FUENTE: Elaboración propia

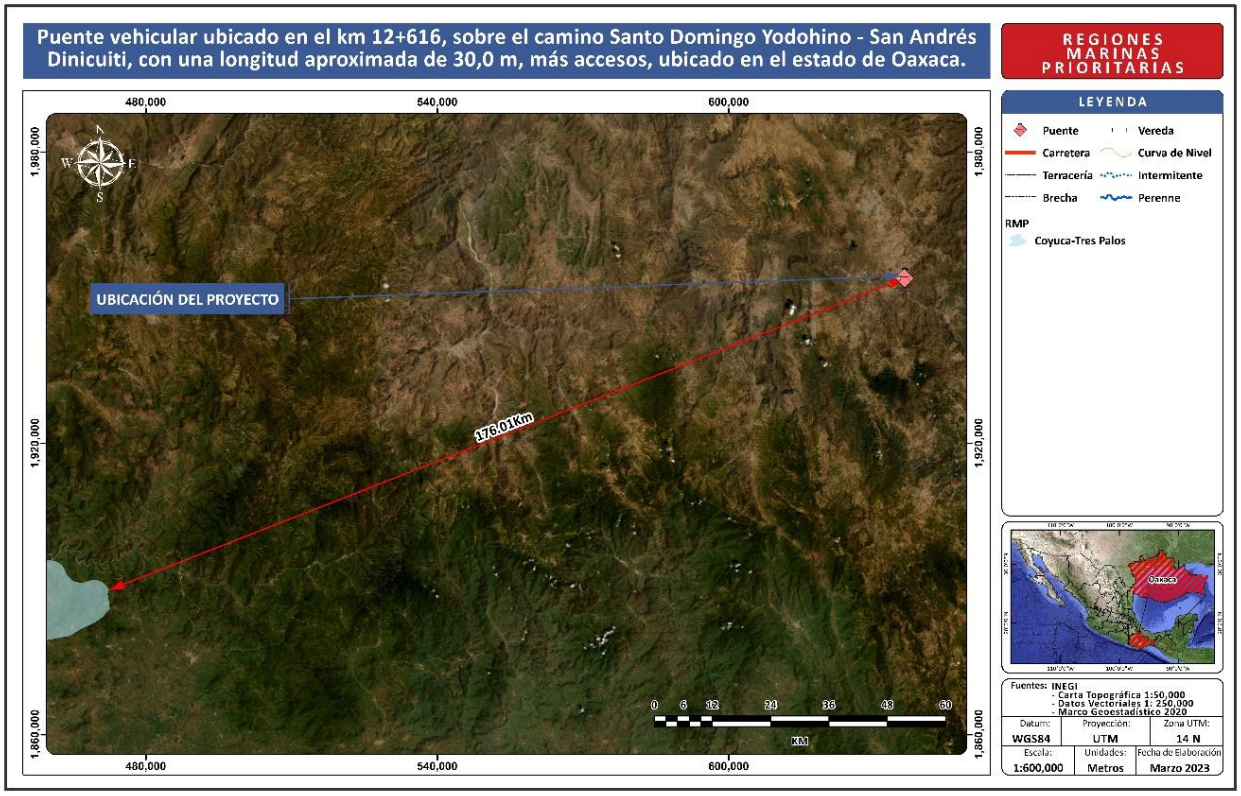
Vinculación

Derivado del análisis realizado se obtuvo que el proyecto no se localiza en una zona delimitada como región hidrológica prioritaria (RHP). La más cercana es la denominada "Cuenca Alta del Río Ometepec". Esta se localiza al suroeste del área del proyecto a 85.33 km en línea recta.

III.3.2.4. Regiones Marinas Prioritarias (RMP)

La vastedad de los ecosistemas marinos es una de las principales razones por las que su conocimiento e información son, frecuentemente, escasos y fragmentados. Bajo esta perspectiva, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) instrumentó el Programa de Regiones Marinas Prioritarias de México con el apoyo de la agencia The David and Lucile Packard Foundation (PACKARD), la Agencia Internacional para el Desarrollo de la Embajada de los Estados Unidos de América (USAID), el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN) y el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF por sus siglas en inglés). Este Programa reunió, por medio de talleres multidisciplinarios a un grupo de 74 expertos del sector académico, gubernamental, privado, social y organizaciones no gubernamentales de conservación. En la siguiente imagen se muestra la ubicación del proyecto con respecto a la delimitación establecida por la CONABIO para las RMP.

IMAGEN III. 11 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO CON RESPECTO A LAS RMP.



Fuente: Elaboración propia

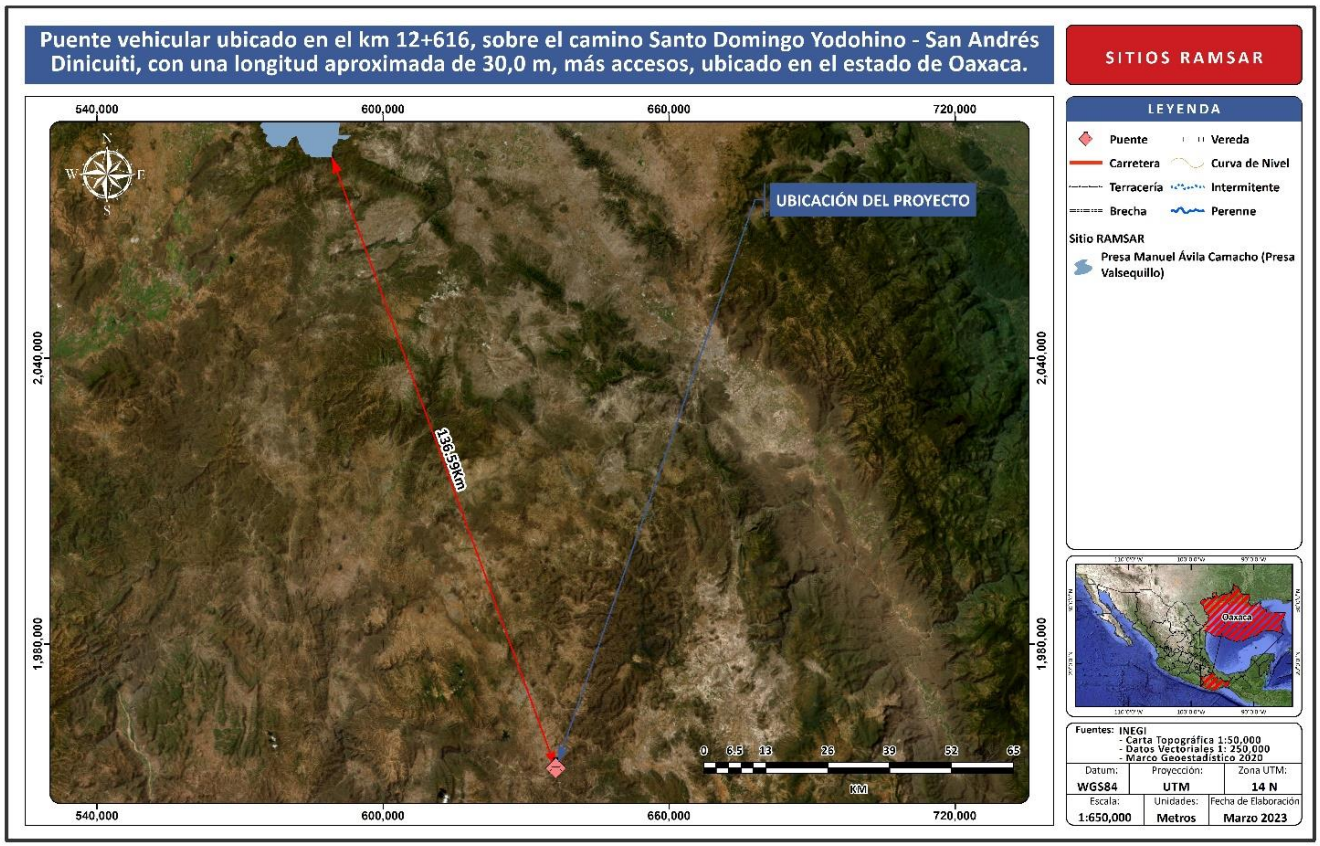
Vinculación

Derivado del análisis espacial realizado se obtuvo que el proyecto no forma parte de alguna región marina prioritaria. La más cercana se denomina “Coyuca-Tres Palos” y se localiza a 176.01 km del proyecto en línea recta al sur.

III.3.2.5. Sitios Ramsar

Por su parte los sitios Ramsar se designan porque cumplen con los Criterios para la identificación de Humedales de Importancia Internacional. El primer criterio se refiere a los sitios que contienen tipos de humedales representativos, raros o únicos, y los otros ocho abarcan los sitios de importancia internacional para la conservación de la diversidad biológica. Estos criterios hacen énfasis en la importancia que la Convención concede al mantenimiento de la biodiversidad.
En la actualidad, la Lista de Ramsar es la red más extensa de áreas protegidas del mundo. Hay más de 2.200 sitios Ramsar que abarcan más de 2,1 millones de kilómetros cuadrados en los territorios de las 169 Partes Contratantes de Ramsar en todo el mundo.

IMAGEN III. 12 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO CON RESPECTO A SITIOS RAMSAR



Fuente: Elaboración propia

Vinculación

El proyecto no se encuentra inmerso en alguna superficie catalogada como sitio Ramsar, la zona más cercana al proyecto es la denominada "Presa Manuel Ávila Camacho (Presa Valsequillo)" y se ubica a una distancia de 136.59 Km de distancia en línea recta dirección noroeste.

III.4 VINCULACIÓN CON LEYES, REGLAMENTOS Y NORMAS DE LOS TRES NIVELES DE GOBIERNO

III.4.1. CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 5 de febrero de 1917 y con última reforma publicada el 18 de noviembre de 2022, es la ley Suprema del sistema jurídico mexicano donde se establece que ***"en los Estados Unidos Mexicanos todas las personas gozarán de los derechos humanos reconocidos en esta Constitución y en los tratados internacionales de los que el Estado Mexicano sea parte, así como de las garantías para su protección, cuyo ejercicio no podrá restringirse ni suspenderse, salvo en los casos y bajo las condiciones que esta Constitución establece."***

El proyecto en cuestión se relaciona directamente con el artículo 4to en el cual se establece que: ***[…] Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley.***

Al respecto, la SICT a través del centro SCT Oaxaca se compromete a respetar los derechos establecidos y reconocidos en la Constitución mediante la implementación de las medidas de prevención, mitigación y compensación, así como los Programas, planes y propuestas en materia de impacto ambiental.

III.4.2. LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE.

La Evaluación del Impacto Ambiental (EIA), se ha ideado como un instrumento de política, de tipo analítico y carácter preventivo que permite visualizar los cambios que se pueden producir por el desarrollo de obras y actividades de un proyecto. Bajo dicha percepción, con estas evaluaciones, es posible identificar las estrategias, las necesidades de recursos humanos, de materiales que permitirán reducir las afectaciones ambientales y el cumplimiento de requisitos o lineamientos de las leyes, reglamentos, planes, programas, normas y demás ordenamientos legales de carácter ambiental.

El procedimiento de la EIA ofrece ventajas a quienes promueven un proyecto, así como a la sociedad, entre las ventajas; se logran diseños más perfeccionados e integrados al ambiente, en economías en las inversiones y en los costos de las obras y actividades, en aceptación social y en certidumbre jurídica para llevar a cabo un proyecto.

El fundamento legal y técnico básico que se emplea para saber si un proyecto precisa la EIA del gobierno federal, está contenido en el artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y se especifican los casos que requieren en el artículo 5 del Reglamento en Materia de la Evaluación del Impacto Ambiental (REIA).

Tabla III. 13 VINCULACIÓN CON LOS ARTÍCULOS APLICABLES DE LA LGEEPA.

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
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	Mediante la presentación de la presente MIA P, se somete a evaluación en materia de impacto ambiental el proyecto **Puente vehicular ubicado en el km 12+616, sobre el camino Santo Domingo Yodohino – San Andrés Dinicuiti, con una longitud aproximada de 30.0 m, más accesos, ubicado en el estado de Oaxaca.**, ya que por tratarse de una vía

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
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; El Reglamento de la presente Ley determinará las obras o actividades a que se refiere este artículo, que por su ubicación, dimensiones, características o alcances no produzcan impactos ambientales significativos, no causen o puedan causar desequilibrios ecológicos, ni rebasen los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas referidas a la preservación del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, y que por lo tanto no deban sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental previsto en este ordenamiento.	general de comunicación se da cumplimiento a al inciso I del artículo 28 de la LGEEPA. Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto no requerirá solicitar la autorización para cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF), ya que, derivado de las características del proyecto y el uso del camino existente, no se requerirán superficies adicionales para los alineamientos horizontales y verticales.
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.	Con respecto al artículo 30, se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental del proyecto en cuestión, la cual contempla e integra la información necesaria, a fin de dar cumplimiento a lo establecido en el citado artículo de la LGEEPA.
Artículo 64. En el otorgamiento o expedición de permisos, licencias, concesiones, o en general de autorizaciones a que se sujetaren la exploración, explotación o aprovechamiento de recursos en áreas naturales protegidas, se observarán las disposiciones de la presente Ley, de las leyes en que se fundamenten las declaratorias de creación correspondiente, así como las prevenciones de las propias declaratorias y los programas de manejo.	El proyecto no cruza por ninguna zona clasificada como Área Natural Protegida (ANP), además de que no pretende el uso, aprovechamiento de ningún recurso natural por lo que no se contraviene el precepto, aun así, es importante resaltar que las actividades relacionas con el proyecto siempre se realizarán con apego a los lineamientos y criterios de la normativa aplicable vigente.
Artículo 79. Para la preservación y aprovechamiento sustentable de la flora y fauna silvestre, se considerarán los siguientes criterios: I.- La preservación y conservación de la biodiversidad y del hábitat natural de las especies de flora y fauna que se encuentran en el territorio nacional y en las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción III.- La preservación de las especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial;	El promovente contempla presentar ante la autoridad ambiental aplicable (DGIRA), las acciones de protección y conservación de flora y fauna, a través de las acciones planteadas en el capítulo VI de la presente MIA P así como con la integración de diversos programas ambientales como son: • Rescate y reubicación de flora. • Rescate y reubicación de fauna. • Restauración forestal de suelo y cuerpos hídricos. • Vigilancia ambiental. De igual manera la promovente se compromete a dar cumplimiento de las condicionantes que la autoridad dictamine para el proyecto. Por consiguiente, el proyecto no contraviene el presente artículo.
Artículo 113. No deberán emitirse contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente. En todas las emisiones a la atmósfera, deberán ser observadas las previsiones de esta Ley y de las disposiciones reglamentarias que de ella emanen, así como las normas oficiales mexicanas expedidas por la Secretaría.	Las emisiones a la atmósfera que generará el proyecto serán generadas principalmente durante la etapa de construcción, provenientes de los vehículos y maquinaria en operación; y estarán sujetas a monitoreos periódicos para dar cumplimiento con los niveles mínimos y máximos

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
	permitidos que establezcan las normas aplicables en esta materia, de igual manera subsecuentemente se presenta la vinculación con las NOM aplicables en este rubro.

III.4.3. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.

A continuación, se presenta la vinculación con los artículos aplicables del REIA de la LGEEPA.

TABLA III. 14 VINCULACIÓN CON LOS ARTÍCULOS APLICABLES DEL REIA DE LA LGEEPA.

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
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 aguas nacionales, O) Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas	Derivado de que el proyecto refiere a la construcción de un puente que no requiere de cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF), se somete al procedimiento de evaluación mediante la presentación de la presente MIA P. Es importante resaltar que la necesidad de ejecutar esta obra es alta, debido a que actualmente la infraestructura vial de la zona es insuficiente y de mala calidad, lo que ha propiciado un escaso acceso a servicios básicos que mejoren la calidad de vida de los habitantes de las poblaciones aledañas, además de que se pone en riesgo la seguridad de los usuarios al carecer de vías de comunicación de calidad, aumentando los riesgos por colisión, derrumbe y choque frontal. Por tal motivo la obra se considera prioritaria para garantizar la seguridad vial de los usuarios e incrementar el desarrollo social y económico de la región.
Artículo 9. Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización. La información que contenga la manifestación de impacto ambiental deberá referirse a circunstancias ambientales relevantes vinculadas con la realización del proyecto [...]	Se presenta la manifestación de impacto ambiental en su modalidad particular, misma que incluye la información ambiental relevante relacionada con el proyecto, para exponer los factores ambientales susceptibles de ser afectados y las respectivas medidas de mitigación que deberán ejecutarse a fin de minimizar de la mejor forma los efectos adversos atribuibles al proyecto.
Artículo 10.- Las manifestaciones de impacto ambiental deberán presentarse en las siguientes modalidades: I. Regional, o II. **Particular**.	Dadas las características del proyecto, se presenta la manifestación de impacto ambiental en su modalidad particular.
Artículo 12.- La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad particular, deberá contener la siguiente información: **I.** Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental; **II.** Descripción del proyecto; **III.** Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación sobre uso del suelo; **IV.** Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto; **V.** Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales; **VI.** Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales; **VII.** Pronósticos ambientales y, en su caso,	Se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Particular MIA-P para el proyecto: **Puente vehicular ubicado en el km 12+616, sobre el camino Santo Domingo Yodohino – San Andrés Dinicuiti, con una longitud aproximada de 30.0 m, más accesos, ubicado en el estado de Oaxaca.**, que prevé la generación de impactos ambientales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
evaluación de alternativas, y **VIII.** Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores.	

III.4.4. LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE.

La presente Ley es de orden público y de interés social, su objeto es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción.
El aprovechamiento sustentable de los recursos forestales maderables y no maderables y de las especies cuyo medio de vida total sea el agua, será regulado por las leyes forestales y de pesca, respectivamente, salvo que se trate de especies o poblaciones en riesgo. Se vincula con el proyecto de la siguiente manera:

TABLA III. 15 VINCULACIÓN CON LOS ARTÍCULOS APLICABLES DE LA LGVS.

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
Artículo 19. Las autoridades que, en el ejercicio de sus atribuciones, deban intervenir en las actividades relacionadas con la utilización del suelo, agua y demás recursos naturales con fines agrícolas, ganaderos, piscícolas, forestales y otros, observarán las disposiciones de esta Ley y las que de ella se deriven, y adoptarán las medidas que sean necesarias para que dichas actividades se lleven a cabo de modo que se eviten, prevengan, reparen, compensen o minimicen los efectos negativos de las mismas sobre la vida silvestre y su hábitat.	El proyecto no contempla el aprovechamiento o utilización de recursos naturales; sin embargo, dada la naturaleza del proyecto y previendo posibles impactos al medio ambiente, se propondrán acciones prioritarias para aplicar medidas de prevención y mitigación de los impactos que se pudieran generar, dichas medidas tienen la finalidad de reducir al mínimo la afectación sobre el entorno, la vida silvestre y su hábitat y serán descritas subsecuentemente en este documento.
Artículo 29. Los municipios y entidades federativas y la federación adoptarán las medidas de trato digno y respetuoso para evitar o disminuir la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor que se pudiera ocasionar a los ejemplares de fauna silvestre durante su aprovechamiento, traslado, exhibición, cuarentena, entrenamiento, comercialización y sacrificio	El proyecto contempla diversas medidas para mitigar posibles afectaciones a la fauna silvestre como son: • Acciones de protección y en su caso el rescate y reubicación de fauna silvestre, presente en la zona del proyecto al momento de la preparación del sitio y construcción, las cuales se harán respetando lo establecido por este precepto y demás legislación aplicable, evitando la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor sobre los organismos. • En caso de que durante las actividades de preparación y construcción se identifique la presencia de cualquier tipo de fauna, se utilizarán medidas de ahuyentamiento para prevenir cualquier impacto negativo hacia este recurso. • Dentro de los reglamentos internos para las cuadrillas de trabajo quedará estrictamente prohibido cualquier afectación o maltrato a la fauna que se pueda encontrar en la zona del proyecto. • Se llevarán a cabo capacitaciones integrales para el cuidado del ambiente incluyendo el respeto a la vida silvestre.
Artículo 30. El aprovechamiento de la fauna silvestre se llevará a cabo de manera que se eviten o disminuyan los daños a la fauna silvestre, mencionados en el artículo anterior. Queda estrictamente prohibido todo acto de crueldad en contra de la fauna silvestre, en los términos de esta Ley y las normas que de ella deriven.	No se pretende el aprovechamiento de fauna silvestre, no obstante, en caso de requerir la manipulación de fauna y particularmente su reubicación, que pudiera considerarse como medida de mitigación, se evitará cualquier acto de crueldad, de la misma manera se solicitará al personal especialista en fauna que labore en la preparación, construcción y mantenimiento del proyecto tomar esta medida, cumpliendo así con lo establecido por los artículos 30 y 31 de la LGVS.
Artículo 31. Cuando se realice traslado de ejemplares vivos de fauna silvestre, éste se deberá efectuar bajo condiciones	No se pretende el aprovechamiento de fauna silvestre, no obstante, en caso de requerir la manipulación de fauna y particularmente su reubicación, que pudiera

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
que eviten o disminuyan a tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características.	considerarse como medida de mitigación, se evitará cualquier acto de crueldad, de la misma manera se solicitará al personal especialista en fauna que labore en la preparación, construcción y mantenimiento del proyecto tomar esta medida, cumpliendo así con lo establecido por los artículos 30 y 31 de la LGVS.

III.4.5. LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE

Esta Ley es reglamentaria del Artículo 27 de La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, sus disposiciones son de orden e interés público y de observancia general en todo el territorio nacional, y tiene por objeto regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos así como distribuir competencias que en materia forestal correspondan a La Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios.

Tabla III. 16 VINCULACIÓN CON LOS ARTÍCULOS APLICABLES DE LA LGDFS.

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
Artículo 2. Sus objetivos generales de esta Ley: I.- Contribuir al desarrollo, social, económico, ecológico y ambiental del país mediante el manejo integral sustentable de los recursos forestales, así como de las cuencas y ecosistemas hidrológico-forestales, sin perjuicio de lo previsto en otros ordenamientos; III.- Desarrollar los bienes y servicios ambientales y proteger, mantener y aumentar la biodiversidad que brindan los recursos forestales; V.- Respetar el derecho al uso y disfrute preferente de los recursos forestales de los lugares que ocupan y habitan las comunidades indígenas, en los términos del artículo 2 fracción VI de La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y demás normatividad aplicable. Artículo 58. Corresponderá a la Secretaría otorgar las siguientes autorizaciones: I. Cambio de uso de suelo en terrenos forestales…	El proyecto refiere a la construcción de un puente el cual, dada la localización y naturaleza del proyecto, contempla retirar superficies con aptitud forestal, ya que los usos de suelo representativos para el área refieren a vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia, de los que serán afectados determinados individuos arbóreos.
Artículo 93. La Secretaría autorizará el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal. En las autorizaciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, la Secretaría deberá dar respuesta debidamente fundada y motivada a las opiniones técnicas emitidas por los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate. Las autorizaciones que se emitan deberán integrar un programa de rescate y reubicación de especies de la flora y fauna afectadas y su adaptación al nuevo hábitat conforme se establezca en el Reglamento. Dichas autorizaciones	El proyecto no afectará superficies con aptitud forestal pues se empleará el camino existente y no se requerirá autorización para cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF).

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
deberán sujetarse a lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamientos ecológicos correspondientes, las Normas Oficiales Mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.	

III.4.6. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE.

Este reglamento es de observancia general en todo el territorio nacional y tiene por objeto reglamentar la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. El nuevo reglamento se publicó en el DOF el 09 de diciembre de 2020. A continuación, se indican los artículos vinculantes al proyecto y las propuestas desarrolladas por la SICT a través del centro SCT Oaxaca para darles cabal cumplimiento.

TABLA III. 17 VINCULACIÓN CON LOS ARTÍCULOS APLICABLES DEL REGLAMENTO DE LA LGDFS.

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
Artículo 139. Para solicitar la autorización de Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales, el interesado presentará la solicitud mediante el formato que para tal efecto expida la Secretaría, el cual deberá contener, por lo menos, lo siguiente: I. Nombre o denominación o razón social, así como domicilio, número telefónico y correo electrónico del solicitante; II. Lugar y fecha; III. Datos de ubicación del predio o Conjunto de predios, y IV. Superficie forestal solicitada para el Cambio de uso de suelo y el tipo de vegetación por afectar identificada conforme a la Clasificación del Uso de Suelo y Vegetación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía.	El proyecto no afectará superficies con aptitud forestal dado que se empleará el camino existente, es decir, no se requerirá CUSTF.

III.4.7. LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS Y SU REGLAMENTO.

La LGPGIR vigente, fue publicada el 22 de mayo de 2015 en el DOF y su última reforma se publicó el 18 de enero de 2021. Conforme al Artículo 1, se trata de una ley reglamentaria, basada en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y las disposiciones son de orden público e interés.

El propósito de esta Ley es: Garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación.

La presente Ley se considera aplicable al proyecto, dado que, en la etapa de preparación y construcción se producirán residuos sólidos de diferente naturaleza, y de allí la importancia de hacer un análisis y vinculación con el proyecto.

TABLA III. 18 VINCULACIÓN CON LOS ARTÍCULOS APLICABLES DE LA LGPGIR Y SU REGLAMENTO.

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
Artículo 18. Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.	Se llevarán a cabo procedimientos integrales para el manejo y disposición adecuada de los residuos sólidos urbanos. Los residuos generados durante la etapa de preparación del sitio y construcción serán separados en orgánicos e inorgánicos, destinando en contenedores para el mismo fin, realizando la disposición final según sea el tipo de residuo. El proceso mínimo para la adecuada gestión de los residuos generados será: 1. Generación 2. Separación 3. Recolección y transporte interno 4. Almacenamiento temporal 5. Recolección y transporte externo 6. Disposición final 7. Evidencia documental del manejo La recolección de estos residuos se llevará a cabo una empresa autorizada para este fin y así garantizar la adecuada disposición final de estos.
Artículo 22. Las personas que generen o manejen residuos y que requieran determinar si éstos son peligrosos, conforme a lo previsto en este ordenamiento, deberán remitirse a lo que establezcan las normas oficiales mexicanas que los clasifican como tales.	Se llevarán a cabo procedimientos integrales para el manejo y disposición adecuada de los Residuos Peligrosos. Dentro del proyecto se considera la generación de residuos peligrosos provenientes del mantenimiento de los vehículos automotores, así como restos del proceso de pavimentación, el manejo de estos se hará de acuerdo con lo establecido, en esta Ley y en las NOM aplicables. La recolección se llevará a cabo por una empresa autorizada por SEMARNAT y se guardará evidencia documental del manejo dado a este tipo de residuos.
Artículo 31. Estarán sujetos a un plan de manejo los siguientes residuos peligrosos y los productos usados, caducos, retirados del comercio o que se desechen y que estén clasificados como tales en la norma oficial mexicana correspondiente: I. Aceites lubricantes usados; II. Disolventes orgánicos usados III. Convertidores catalíticos de vehículos automotores; IV. Acumuladores de vehículos automotores conteniendo plomo;	Se llevarán a cabo procedimientos integrales para el manejo, dichos procedimientos estarán apegados a un Plan de manejo para los Residuos Peligrosos mencionados en este artículo y que se contemplan serán generados durante el desarrollo del proyecto.
Artículo 40. Los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven.	El manejo de los residuos peligrosos se hará en apego a lo dispuesto por la LGPGIR y demás disposiciones aplicables, cumpliendo con lo establecido en los artículos 40, 41 y 45, incluyendo el registro como generador de residuos peligrosos, la identificación, etiquetado, manejo, almacenamiento, transporte y disposición final de los residuos. Las medidas básicas para el manejo de residuos serán: • Construir un almacén sobre superficie impermeable fuera del área del proyecto, para resguardar de manera provisional algunas sustancias que por su naturaleza pueden ser catalogadas como peligrosas.
Artículo 41. Los generadores de residuos peligrosos y los gestores de este tipo de residuos, deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley.	
Artículo 45. Los generadores de residuos peligrosos deberán identificar, clasificar y manejar sus residuos de conformidad con las disposiciones contenidas en esta Ley y en su Reglamento, así como en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría	

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
	• Establecer recipientes para el almacenamiento de residuos que pueden considerarse tóxicos como solventes y aceites gastados, así como estopas, mismos que serán registrados en una bitácora y entregados a empresas registrada ante la SEMARNAT, para su manejo, tratamiento y disposición final. • Se aplicará y vigilará el cumplimiento de un plan de separación de residuos sólidos en las diferentes etapas de desarrollo del proyecto. • Se garantizará que no existirán restos de materiales producto de las excavaciones y rellenos, o bien de restos de construcción, a fin de eliminar riesgo de degradación. • Se dispondrá de medidas para que los materiales sobrantes se transporten a empresas especializadas y autorizadas para su reutilización, y con ello reducir cualquier efecto negativo. • En la operación se aplicará una vigilancia estricta sobre el manejo de residuos.

III.4.8. LEY GENERAL DE CAMBIO CLIMÁTICO (LGCC) Y REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE CAMBIO CLIMÁTICO EN MATERIA DE REGISTRO NACIONAL DE EMISIONES.

La LGCC fue publicada el 06 de julio del año 2012, con fecha de última reforma del 06 de noviembre de 2020. Los objetos que persigue esta Ley son:

1) Garantizar el derecho a un medio ambiente sano y establecer la concurrencia de facultades de la federación, las entidades federativas y los municipios en la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero; 2) Regular las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero para que México contribuya a lograr la estabilización de sus concentraciones en la atmosfera a un nivel que impida interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático considerando, en su caso, lo previsto por el artículo 2o. de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y demás disposiciones derivadas de la misma; 3) Regular las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático; 4) Reducir la vulnerabilidad de la población y los ecosistemas del país frente a los efectos adversos del cambio climático, así como crear y fortalecer las capacidades nacionales de respuesta al fenómeno; 5) Fomentar la educación, investigación, desarrollo y transferencia de tecnología e innovación y difusión en materia de adaptación y mitigación al cambio climático; 6) Establecer las bases para la concertación con la sociedad; 7) Promover la transición hacia una economía competitiva, sustentable, de bajas emisiones de carbono y resiliente a los fenómenos hidrometeorológicos extremos asociados al cambio climático; y 8) Establecer las bases para que México contribuya al cumplimiento del Acuerdo de Paris, que tiene entre sus objetivos mantener el aumento de la temperatura media mundial por debajo de 2 °C, con respecto a los niveles preindustriales, y proseguir con los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1.5 °C, con respecto a los niveles preindustriales, reconociendo que ello reduciría considerablemente los riesgos y los efectos del cambio climático.

En el título cuarto de la LGCC, se establecen las políticas que aplican en nuestro país relativas al Cambio Climático; mismas que abarcan los siguientes capítulos: I.- Principios, II.- Adaptación, y III.- Mitigación.

Considerando, que, en la LGCC, se encuentran Los Principios que rigen la política de Cambio Climático de la ley, se realizó un análisis (Tabla III.19) a efecto de demostrar que la SICT a través del centro SCT Oaxaca, se apegará cabalmente a dichos principios y los incluirá en la política del proyecto.

TABLA III. 19 VINCULACIÓN Y PROPUESTAS DE LA SICT PARA EL CUMPLIMIENTO A LA LGCC.

	PRINCIPIOS DE LA LGCC	VINCULACIÓN
I	Sustentabilidad en el aprovechamiento o uso de los ecosistemas y los elementos naturales que los integran;	El propósito del proyecto es resolver algunos problemas de conectividad en el Municipio de San Andrés Dinicuiti que se relacionan con el impacto ambiental y condiciones atmosféricas del SA y su Área de Influencia. En este sentido, la presente MIA P, identificó los elementos ambientales y áreas que pueden resultar afectadas, a fin de reconocer la huella de los impactos y minimizar los efectos negativos que puedan resultar. Particularmente aquellos que puedan añadir o contribuir con el efecto de Cambio Climático como: pérdida de individuos arbóreos, la posible obstrucción de obras de drenaje, la producción temporal de gases de efecto invernadero (Cox, SOx, COx, NHx, CH_4), entre otros. De esta manera, con el desarrollo del proyecto, se pretende reducir su huella ambiental, elevar y mejorar la calidad de las condiciones existentes y minimizar los efectos del climático.
II	Corresponsabilidad entre el Estado y la sociedad en general, en la realización de acciones para la mitigación y adaptación a los efectos adversos del cambio climático;	La SICT a través del centro SCT Oaxaca, acepta su corresponsabilidad y se mantendrá coordinado con las instancias del gobierno federal, estatal y municipal, así como la sociedad en general, para demostrar que las medidas de mitigación y compensación contribuirán a mitigar efectos negativos o que pueden sumarse al cambio climático por el desarrollo del proyecto.
III	Precaución, cuando haya amenaza de daño grave o irreversible, la falta de total certidumbre científica no deberá utilizarse como razón para posponer las medidas de mitigación y adaptación para hacer frente a los efectos adversos del cambio climático;	El proyecto incidirá en zonas donde se ha perdido o modificado la integridad ecosistémica por el crecimiento urbano y la disminución de la calidad de los elementos ambientales originales. La SICT a través del centro SCT Oaxaca se responsabilizará de minimizar las afectaciones, así como de realizar actividades de restauración que puedan contribuir a mitigar el Cambio Climático. Asimismo, la SICT a través del centro SCT Oaxaca pondrá en marchas aquellas medidas de mitigación necesarias para disminuir los efectos negativos sobre la atmosfera.
IV	Prevención, considerando que esta es el medio más eficaz para evitar los daños al medio ambiente y preservar el equilibrio ecológico ante los efectos del cambio climático;	La SICT a través del centro SCT Oaxaca ejecutará un Programa de Vigilancia Ambiental, basado en medidas de prevención cuyo fin será minimizar las emisiones que puedan generar los vehículos de combustión interna y reducir su efecto ambiental, conforme a la normatividad ambiental. Asimismo, se reducirá el uso de fuentes de emisiones atmosféricas al máximo.
V	Adopción de patrones de producción y consumo por parte de los sectores público, social y privado para transitar hacia una economía de bajas emisiones en carbono;	La SICT a través del centro SCT Oaxaca promoverá durante el desarrollo del proyecto, la reducción del uso y consumo de equipos o de otras fuentes de emisiones atmosféricas. Es preciso recalcar que el proyecto no corresponde a una fuente de contaminación atmosférica por fuentes fijas.
VI	Integralidad y transversalidad, adoptando un enfoque de coordinación y cooperación entre órdenes de gobierno, así como con los sectores social y privado para asegurar la instrumentación de la política nacional de cambio climático;	La SICT a través del centro SCT Oaxaca colaborará con las instancias de gobierno de los tres órdenes de gobierno, para cumplir con este principio.
VII	Participación ciudadana, en la formulación, ejecución, monitoreo y evaluación de la Estrategia Nacional, planes y programas de	No se considera que la SICT a través del centro SCT Oaxaca pueda incidir en este principio, sin embargo, colaborará con las instancias de gobierno de los tres órdenes de gobierno.

PRINCIPIOS DE LA LGCC		VINCULACIÓN
	mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático;	
VIII	Responsabilidad ambiental, quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar al medio ambiente, estará obligado a prevenir, minimizar, mitigar, reparar, restaurar y, en última instancia, a la compensación de los daños que cause;	La SICT a través del centro SCT Oaxaca realizará acciones preventivas para minimizar los efectos negativos que puedan añadir o contribuir con el efecto de Cambio Climático; tal como la pérdida de cobertura vegetal, la generación temporal o constante de gases de efecto invernadero (Cox, SOx, COx, NHx, CH4), entre otros.
IX	El uso de instrumentos económicos en la mitigación, adaptación y reducción de la vulnerabilidad ante el cambio climático incentiva la protección, preservación y restauración del ambiente; el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, además de generar beneficios económicos a quienes los implementan;	La SICT a través del centro SCT Oaxaca aprovechará la política establecida por la LGCC, y las inversiones que realice a efecto de disminuir el consumo de energía eléctrica, buscará apoyarse en este principio.
X	Transparencia, acceso a la información y a la justicia, considerando que los distintos órdenes de gobierno deben facilitar y fomentar la concientización de la población, poniendo a su disposición la información relativa al cambio climático y proporcionando acceso efectivo a los procedimientos judiciales y administrativos pertinentes atendiendo a las disposiciones jurídicas aplicables;	La SICT a través del centro SCT Oaxaca informará continuamente a los tres órdenes de gobierno sobre los avances y resultados de las medidas de prevención, mitigación y de compensación (con énfasis en la restauración).
XI	Conservación de los ecosistemas y su biodiversidad, dando prioridad a los humedales, manglares, arrecifes, dunas, zonas y lagunas costeras, que brindan servicios ambientales, fundamental para reducir la vulnerabilidad;	Es preciso mencionar que, en esta MIA, se reconocieron las zonas con mayor vulnerabilidad en el AIP y en el SA, por lo que, se establecerá vigilancia en dichas zonas. Cabe resaltar que en el área del Proyecto no se tiene la presencia de humedales, manglares, arrecifes, dunas, zonas y lagunas costeras.
XII	Compromiso con la economía y el desarrollo económico nacional, para lograr la sustentabilidad sin vulnerar su competitividad frente a los mercados internacionales, y	No es un aspecto que pueda abarcar la SICT a través del centro SCT Oaxaca, sin embargo, se considera que el proyecto que se promueve entra en el ámbito de la sustentabilidad.
XIII	Progresividad, las metas para el cumplimiento de esta Ley deberán presentar una progresión y gradualidad a lo largo del tiempo, teniendo en cuenta el principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas y sus capacidades respectivas, a la luz de las diferentes circunstancias nacionales, y en el contexto del desarrollo sostenible y de los esfuerzos por erradicar la pobreza; asimismo, se deberá considerar la necesidad de recibir apoyos de los países desarrollados para lograr la aplicación efectiva de las medidas que se requieran para su cumplimiento; sin que represente un retroceso respecto a metas anteriores, considerando, la mejor información científica disponible y los avances tecnológicos, todo ello en el contexto del desarrollo sostenible. Al adoptar medidas para hacer frente al cambio climático, se deberán respetar irrestrictamente los derechos	La SICT a través del centro SCT Oaxaca, actuará en el ámbito de su responsabilidad con las metas que se establezcan en los diferentes órdenes de gobiernos respetando los derechos humanos para tener un ambiente sano, y contribuir en el ámbito del proyecto sobre el derecho a la salud sin hacer diferencias entre la población, garantizando el respeto de grupos vulnerables como población indígena, mujeres, niños y personas mayores.

PRINCIPIOS DE LA LGCC		VINCULACIÓN
	humanos, el derecho a la salud, los derechos de los pueblos indígenas, las comunidades locales, los migrantes, los niños, las personas con discapacidad y las personas en situaciones de vulnerabilidad y el derecho al desarrollo, así como la igualdad de género, el empoderamiento de la mujer y la equidad intergeneracional.	

Por otro lado, el reglamento se deriva de la LGCC 2012, y su objeto está relacionado al Registro Nacional de Emisiones, así como su aplicación corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de la secretaría.

Considerando que, el proyecto generará residuos de diferente naturaleza y como parte de dicho sector, acorde a los dispuesto en el subinciso A.1 del inciso A, Fracción V del artículo 4, el centro SCT Oaxaca, queda obligada y se compromete a cumplir y a acatar lo dispuesto en este reglamento dado que será productor de emisiones específicamente durante el desarrollo del proyecto.

En este sentido, se enfocará y cumplirá con el artículo 9, para mitigar las emisiones atmosféricas producidas en la etapa de construcción del proyecto, asegurando que en las cláusulas de contratos que celebre con las empresas, se establezca la obligatoriedad de dar cumplimiento a las medidas indicadas en la Tabla III.20, mismas que se detallarán en el Programa de Vigilancia Ambiental.

TABLA III. 20 VINCULACIÓN Y PROPUESTAS DE LA SICT PARA EL CUMPLIMIENTO DEL REGLAMENTO DE LA LGCC.

ARTÍCULOS DE REGLAMENTO DE LA LGCC	PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO POR LA SICT
Identificar las Emisiones Directas de Fuentes Fijas y Móviles, conforme a la clasificación de sectores, subsectores y actividades contenidas en los artículos 3 y 4 del presente Reglamento;	El centro SCT en Oaxaca solicitará a las empresas que contrate, la información relativa a las unidades de transporte que se emplearán, exigiendo que tengan dispositivo de rastreo a través de un sistema de Geoposicionamiento Satelital Global (GPS) a fin de comprobar que los vehículos optan por rutas cortas para generar menor contaminación y que cuentan con su comprobante de verificación vehicular.
Identificar las Emisiones Indirectas asociadas al consumo de energía eléctrica y térmica;	Se solicitará a las empresas rendir un informe semestral sobre las emisiones que produzcan y con el detalle de la efectividad de las medidas de mitigación por las unidades de transporte o de maquinaria empleada.
Medir, calcular o estimar la Emisión de Gases o Compuestos de Efecto Invernadero de todas las Fuentes Emisoras identificadas en el Establecimiento aplicando las metodologías que se determinen conforme al artículo 7 del presente Reglamento;	
Recopilar y utilizar los datos que se especifican en la metodología de medición, calculo o estimación que resulte aplicable, determinada conforme al artículo 7 del presente Reglamento;	

III.4.9. LEY DE AGUAS NACIONALES

Esta ley se publicó en el DOF el 01 de diciembre de 1992 y fue reformada por última vez el 11 de mayo de 2022, es de observancia general en todo el territorio nacional, sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable. Sus

disposiciones aplican a todas las aguas nacionales ya sean superficiales o del subsuelo. Por lo que se vincula con el proyecto de la siguiente manera:

Tabla III. 21 VINCULACIÓN CON LOS ARTÍCULOS APLICABLES DE LA LAN.

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
Artículo 7. Se declara de utilidad pública: I.- La adquisición o aprovechamiento de los bienes inmuebles que se requieran para la construcción, operación, mantenimiento, conservación, rehabilitación, mejoramiento o desarrollo de las obras públicas hidráulicas y de los servicios respectivos, y la adquisición y aprovechamiento de las demás instalaciones, inmuebles y vías de comunicación que las mismas requieran. Artículo 85. Es de interés público la promoción y ejecución de las medidas y acciones necesarias para proteger la calidad del agua, en los términos de ley. Así mismo la LAN define lo siguiente: 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 los ríos, estas fajas se delimitarán a partir de cien metros río arriba, contados desde la desembocadura de éstos en el mar. En los cauces con anchura no mayor de cinco metros, el nivel de aguas máximas ordinarias se calculará a partir de la media de los gastos máximos anuales producidos durante diez años consecutivos. Estas fajas se delimitarán en los ríos a partir de cien metros río arriba, contados desde la desembocadura de éstos en el mar. En los orígenes de cualquier corriente, se considera como cauce propiamente definido, el escurrimiento que se concentre hacia una depresión topográfica y forme una cárcava o canal, como resultado de la acción del agua fluyendo sobre el terreno. La magnitud de la cárcava o cauce incipiente deberá ser de cuando menos de 2.0 metros de ancho por 0.75 metros de profundidad	No se pretende realizar aprovechamiento de recursos hídricos de la zona. En caso de requerir el recurso hídrico, se realizará la solicitud correspondiente, para dar cumplimiento a lo establecido en el artículo 118. Asimismo, se realizarán los trámites correspondientes ante la delegación de la CONAGUA ya que el proyecto se encuentra en una zona federal (ver anexo cartográfico). El puente presenta se encuentra cercano a una corriente de carácter intermitente, donde no se prevé modificar su flujo, ni su actual dinámica y se tiene contemplado construir obras de drenaje las cuales se encuentran listadas y descritas en la presente MIA P. De igual manera se describen las medidas de prevención y mitigación con las que se pretende garantizar la protección de los cuerpos hídricos y así el dar cumplimiento cabal a este precepto.

III.4.10. LEY PARA EL APROVECHAMIENTO DE ENERGÍAS RENOVABLES Y EL FINANCIAMIENTO DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA.

Esta ley se publicó en el Diario Oficial de la Federación el 28 de noviembre de 2008 y tiene última fecha de reforma el 07 de junio de 2013 tiene por objeto regular el aprovechamiento de fuentes de energía renovables y las tecnologías limpias para generar electricidad con fines distintos a la prestación del servicio público de energía eléctrica, así como establecer la estrategia nacional y los instrumentos para el financiamiento de la transición energética.

Establece en su Artículo 23 que "***la estrategia, encabezada por la Secretaría, tendrá como objetivo primordial promover la utilización, el desarrollo y la inversión en las energías renovables a que se refiere esta Ley y la eficiencia energética.***

Asimismo, el Artículo 24 establece que ***con el fin de ejercer con eficiencia los recursos del sector público, evitando su dispersión, la Estrategia comprenderá los mecanismos presupuestarios para asegurar la congruencia y consistencia de las acciones destinadas a promover el aprovechamiento de las tecnologías limpias y energías renovables mencionadas en el artículo anterior, así como el ahorro y el uso óptimo de toda clase de energía en todos los procesos y actividades, desde su explotación hasta su consumo.***

La Estrategia, en términos de las disposiciones aplicables, consolidará en el Presupuesto de Egresos de la Federación las provisiones de recursos del sector público tendientes a:

- *I. Promover e incentivar el uso y la aplicación de tecnologías para el aprovechamiento de las energías renovables, la eficiencia y el ahorro de energía;*
- *II. Promover y difundir el uso y la aplicación de tecnologías limpias en todas las actividades productivas y en el uso doméstico;*
- *III. Promover la diversificación de fuentes primarias de energía, incrementando la oferta de las fuentes de energía renovable;*
- *IV. Establecer un programa de normalización para la eficiencia energética;*
- *V. Promover y difundir medidas para la eficiencia energética, así como el ahorro de energía;*

Por lo que el proyecto en cuestión, aun cuando no corresponde al sector energético, conducción, transformación y entrega de energía eléctrica, implementará medidas preventivas, mitigantes y compensatorias para la eficiencia energética de conformidad con lo dispuesto en la presente ley.

III.4.11. LEY DE CAMINOS, PUENTES Y AUTOTRANSPORTE FEDERAL.

Esta ley se publicó en el Diario Oficial de la Federación el 22 de diciembre de 1993 y su última reforma se publicó el 01 de diciembre de 202 y tiene por objeto regular la construcción, operación, explotación, conservación y mantenimiento de los caminos y puentes a que se refieren las fracciones I y V del artículo siguiente, los cuales constituyen vías generales de comunicación, así como los servicios de autotransporte federal que en ellos operan y sus servicios auxiliares y el tránsito en dichas vías.
Es de importancia vincular la presente Ley con el proyecto.

TABLA III. 22 VINCULACIÓN CON LOS ARTÍCULOS APLICABLES DE LA LCPYAF.

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
Artículo 1. La presente Ley tiene por objeto regular la construcción, operación, explotación, conservación y mantenimiento de los caminos y puentes a que se refieren las fracciones I y V del artículo siguiente, los cuales constituyen vías generales de comunicación, así como los servicios de autotransporte federal que en ellos operan y sus servicios auxiliares y el tránsito en dichas vías.	El presente proyecto corresponde a la construcción de un puente vehicular y se relaciona de manera directa con la presente Ley, por lo que estará regulado por esta durante todas sus etapas.

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
Artículo 3. Son parte de las vías generales de comunicación los terrenos necesarios para el derecho de vía, las obras construcciones y demás bienes y accesorios que integran las mismas.	
Artículo 5. Es de jurisdicción federal todo lo relacionado con los caminos, puentes y los servicios de autotransporte que en ellos operan y sus servicios auxiliares. Corresponden a la Secretaría, sin perjuicio de las otorgadas a otras dependencias de la Administración Pública Federal las siguientes atribuciones: II.- Construir y conservar directamente caminos y puentes; III.- Otorgar las concesiones y permisos a que se refiere esta Ley; vigilar su cumplimiento y resolver sobre su revocación o terminación en su caso; V.- Determinar las características y especificaciones técnicas de los caminos y puentes…	En el anterior artículo se establece que es de competencia de la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes, construir y conservar caminos y puentes, así como determinar las características y especificaciones técnicas de estos. Dado que el proyecto se refiere a construcción de un puente y la promovente es la SICT a través de la SCT Oaxaca, se da cumplimiento con este artículo.

III.4.12. LEY DE VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN.

Esta ley se publicó en el DOF el 19 de febrero de 1940 y tiene última reforma del 22 de febrero de 2022, establece que, son partes integrantes de las vías generales de comunicación: I.- Los servicios auxiliares, obras, construcciones y demás dependencias y accesorios de las mismas y II. Los terrenos y aguas que sean necesarias para el derecho de vía y para el establecimiento de los servicios y obras a que se refiere la fracción anterior […]

Asimismo, indica en su artículo 3º que las vías generales de comunicación y los modos de transporte que operan en ellas quedan sujetos exclusivamente a los Poderes Federales ejerciendo las facultades a través de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

TABLA III. 23 VINCULACIÓN CON LOS ARTÍCULOS APLICABLES ACORDE CON LA LEY DE VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN.

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
Artículo 3o.- Las vías generales de comunicación y los modos de transporte que operan en ellas quedan sujetos exclusivamente a los Poderes Federales. El Ejecutivo ejercitará sus facultades por conducto de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes en los siguientes casos y sin perjuicio de las facultades expresas que otros ordenamientos legales concedan a otras Dependencias del Ejecutivo Federal: I.- Construcción, mejoramiento, conservación y explotación de vías generales de comunicación; […]	El presente proyecto promueve la construcción de un puente, que permitirá tener una ruta más segura y eficiente para los usuarios a nivel regional. El presente proyecto será ejecutado por la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT) a través del centro SCT Oaxaca la cual es competente y se encuentra facultada para construir o establecer vías generales de comunicación.
Artículo 10. El Gobierno Federal tendrá facultad para construir o establecer vías generales de comunicación por sí mismo o en cooperación con las autoridades locales. La construcción o establecimiento de estas vías podrá encomendarse a particulares, en los términos del artículo 134 de la Constitución Federal.	El proyecto promueve la construcción de un puente que permitirá una ruta más segura y eficiente para los usuarios a nivel regional. El presente proyecto será ejecutado por la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT) a través del centro SCT Oaxaca la cual es competente y se encuentra facultada para construir o establecer vías generales de comunicación.
Artículo 41. No podrán ejecutarse trabajos de construcción en las vías generales de comunicación, en sus servicios auxiliares y demás dependencias y accesorios, sin la aprobación previa de la Secretaría de Comunicaciones a los planos, memoria descriptiva y demás documentos relacionados con las obras que tratan de realizarse. Las modificaciones que posteriormente se hagan se someterán igualmente a la aprobación previa de la Secretaría de Comunicaciones.	El presente proyecto promueve la construcción de un puente, que permitirá tener una ruta más segura y eficiente para los usuarios a nivel regional. El presente proyecto será ejecutado por la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT) a través del centro SCT Oaxaca la cual es competente y se encuentra facultada para construir o establecer vías generales de comunicación.

III.4.13. NORMAS OFICIALES MEXICANAS.

El sistema jurídico mexicano está conformado por la Constitución Política, Leyes de corte Federal y Estatal y sus reglamentos, diversos códigos de los que se desprenden permisos, licencias y autorizaciones, además de Normas Oficiales Mexicanas que establecen parámetros, límites máximos permisibles y procedimientos, así como por normas mexicanas mediante las cuales determinan métodos. A continuación, se presenta el análisis de las Normas Oficiales Mexicanas aplicables al proyecto y las propuestas generadas por el Centro SCT Oaxaca, y que su correcta aplicación podrá reducir la afectación de los componentes ambientales, y que además deberán cumplirse por el promovente o por sus contratistas.

TABLA III. 24 VINCULACIÓN CON LAS NOM APLICABLES EN MATERIA DE SUELOS, AIRE Y AGUA

NORMA OFICIAL MEXICANA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO	PARÁMETROS NORMADOS	MEDIDAS PARA EL CONTROL Y CUMPLIMIENTO
NOM-001-SEMARNAT-2021. Establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación.	Para el caso del proyecto de la construcción de un puente, no se contempla el vertimiento o descarga de aguas residuales de ningún tipo en bienes nacionales, ya que para la ejecución de los procesos constructivos no se requiere de procesos que generen residuos de este tipo, por lo que, NO se rebasará la concentración de contaminantes básicos, metales pesados y cianuros.	• Se establecen los Límites permisibles en cuerpos de agua: ríos, arroyos, canales, drenes; embalses, lagos y lagunas; zonas marinas mexicanas; y en Suelos: riego de áreas verdes; infiltración y otros riegos, cárstico. • Se indican los límites permisibles para metales y cianuros. Se indican la periodicidad de muestreos, análisis e informes para descargas municipales y no municipales.	No se verterá ningún tipo de agua de desechos derivada de la operación del proyecto. Se instalarán sanitarios móviles, uno 1 por cada 12 trabajadores. Se contratará a una empresa especializada y autorizada para el manejo, tratamiento y disposición adecuada de las aguas residuales domesticas generadas por el uso de sanitarios portátiles. Se mantendrán registros documentales de las disposiciones de todos los residuos generados, así como se solicitará copia de la autorización de la empresa encargada de la transportación y disposición final de los residuos.
NOM-002-STPS-2010 Condiciones de seguridad-prevención y contra incendios en los centros de trabajo	La norma será aplicable durante la construcción del proyecto por la operación de la maquinaria y los medios de transporte.	Se establecen diferentes variables para determinar: • Distancias máximas de recorrido por tipo de riesgo y clase de fuego. • Muestreo por selección aleatoria • Determinación del riesgo de incendio • Detectores de calor de uso común • Espaciamiento entre detectores • Cobertura de superficie por detector de incendios • Frecuencia de la revisión y el tipo de pruebas • Clase de Fuego y agente extintor aplicable • Características e los extintores de polvo químico seco	Se exigirá a los contratistas que lleven a cabo la construcción del proyecto, cuenten con un Programa de Seguridad para prevención y protección del personal contra eventualidades como incendios. Asimismo, se brindará capacitación constante al personal y se dotará de los materiales e insumos que requieran para dar cumplimiento a la presente norma.

<table>
<tr><th>NORMA OFICIAL MEXICANA</th><th>VINCULACIÓN CON EL PROYECTO</th><th>PARÁMETROS NORMADOS</th><th>MEDIDAS PARA EL CONTROL Y CUMPLIMIENTO</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td>• Especificaciones para extintores a base de agua a presión contenida
• Especificaciones para extintores a base de Espumas mecánicas
• Guía para el usuario sobre el mantenimiento de extintores
• Aspectos generales para la revisión y mantenimiento de extintores
Contenido mínimo de agente extintor</td><td></td></tr>
<tr><td>NOM-011-STPS-2001
Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.</td><td>La norma será aplicable durante la construcción del proyecto dado que todos los trabajadores se expondrán al ruido</td><td><table><tr><th>NER</th><th>TMPE</th></tr><tr><td>90 dB (A)</td><td>8 horas</td></tr><tr><td>93 dB (A)</td><td>4 horas</td></tr><tr><td>96 dB (A)</td><td>2 horas</td></tr><tr><td>99 dB (A)</td><td>1 hora</td></tr><tr><td>102 dB (A)</td><td>30 minutos</td></tr><tr><td>105 dB (A)</td><td>15 minutos</td></tr></table></td><td>Se exigirá que los niveles y tiempos máximos permisibles a los que pueden estar expuestos los trabajadores se cumpla acorde a la norma. Asimismo, se deberá generar un programa de conservación de la audición y de ser necesario, se proporcionará capacitación, adiestramiento y equipo de protección auditiva a todo el personal.</td></tr>
<tr><td>NOM-025-SSA1-2014. Salud ambiental, valores límite permisibles para la concentración de partículas suspendidas PM10 y PM2.5 en el aire ambiente y criterios para su evaluación</td><td>La norma será aplicable para medir la producción de PM10 y PM2.5 de los vehículos, maquinaria y equipo de combustión</td><td>5.2.4 Determinación del cumplimiento de los límites para PM10.
5.2.4.1. Un sitio cumple con el límite de 24 horas cuando el promedio aritmético, calculado como se indica en el punto 5.3.1.1, de esta Norma, es menor o igual que 75 µg/m^3.
5.2.4.2 Un sitio cumple con el límite anual cuando el promedio anual de los valores diarios, calculado como se indica en el punto 5.3.2.1, de esta Norma, es menor o igual que 40 µg/m^3.
5.2.5 Determinación del cumplimiento de los límites para PM2.5.
5.2.5.1 Un sitio cumple con el límite de 24 horas cuando el promedio aritmético, calculado como se indica en el punto 5.3.1.1, de esta Norma, es menor o igual que 45 µg/m^3.
5.2.5.2 Un sitio cumple con el límite anual cuando el promedio anual de los valores diarios, calculado como se indica en el punto 5.3.2.1, de esta Norma, es menor o igual que 12 µg/m^3.</td><td>Se solicitará documentos a los contratistas que muestren que la maquinaria, vehículos cumplen con los parámetros de la NOM-025-SSA1-2014.-</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th>NORMA OFICIAL MEXICANA</th><th>VINCULACIÓN CON EL PROYECTO</th><th>PARÁMETROS NORMADOS</th><th>MEDIDAS PARA EL CONTROL Y CUMPLIMIENTO</th></tr>
<tr><td>NOM-041-SEMARNAT-2015
Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.</td><td>Debido a la circulación de vehículos automotores que usan gasolina dentro de los frentes de trabajo durante las diversas etapas del proyecto se generarán emisiones de gases contaminantes, aun y cuando la verificación vehicular NO es obligatoria en el estado de Oaxaca, se deberá contemplar ejecutar medidas para no rebasar los límites máximos permisibles de esta NOM.</td><td>
<table>
<tr><th rowspan="2">Año - modelo vehicular</th><th rowspan="2">Hidrocarburos (HC hppm)</th><th rowspan="2">Monóxido de Carbono (CO % vol.)</th><th rowspan="2">Oxígeno (O2 % vol.)</th><th rowspan="2">Óxidos de Nitrógeno (NO, ppm)</th><th colspan="2">Dilución (CO + CO2 % vol.)</th><th rowspan="2">Factor Lambda Máx.</th></tr>
<tr><th>Mín.</th><th>Máx.</th></tr>
<tr><td>1990 y Anteriores</td><td>350</td><td>2.5</td><td>2.0</td><td>2 500</td><td>13</td><td>16.5</td><td>1.05</td></tr>
<tr><td>1991 y posteriores</td><td>100</td><td>1.0</td><td>2.0</td><td>1 500</td><td>13</td><td>16.5</td><td>1.05</td></tr>
</table>
Nota de equivalencias: 1.- ppm o hppm (µmol/mol) y 2.- % vol. (cmol/mol).
<table>
<tr><th rowspan="2">Año modelo vehicular</th><th rowspan="2">Hidrocarburos (HC hppm)</th><th rowspan="2">Monóxido de Carbono (CO % vol.)</th><th rowspan="2">Oxígeno (O2 % vol.)</th><th colspan="2">Dilución (CO + CO2 % vol.)</th><th rowspan="2">Factor Lambda Máx.</th></tr>
<tr><th>Mín.</th><th>Máx.</th></tr>
<tr><td>1993 y Anteriores</td><td>400</td><td>3.0</td><td>2.0</td><td>13</td><td>16.5</td><td>1.05</td></tr>
<tr><td>1994 y posteriores</td><td>100</td><td>1.0</td><td>2.0</td><td>13</td><td>16.5</td><td>1.05</td></tr>
</table>
</td><td>Se considera que un vehículo cumple con la presente Norma Oficial Mexicana, cuando sus valores de emisión no rebasan ninguno de los límites permisibles establecidos en los parámetros anteriores, según corresponda, por lo que:
La empresa constructora deberá contar con un programa calendarizado preventivo para el mantenimiento de los equipos.
Cada vehículo deberá contar con los registros de los mantenimientos correctivos y preventivos realizados.</td></tr>
<tr><td>NOM-045-SEMARNAT-2017, Protección ambiental. – Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. – Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.</td><td>Debido a la circulación de vehículos automotores que usan gasolina dentro de los frentes de trabajo durante las diversas etapas del proyecto se generarán emisiones de gases contaminantes, aun y cuando la verificación vehicular NO es obligatoria en el estado de Oaxaca, se deberá contemplar ejecutar medidas para no rebasar los límites máximos permisibles de esta NOM.</td><td>
<table>
<tr><th>Año-modelo del vehículo</th><th>Coeficiente de absorción de luz (m⁻¹)</th><th>Por ciento de opacidad (%)</th></tr>
<tr><td>2003 y anteriores</td><td>2.00</td><td>57.68</td></tr>
<tr><td>2004 y posteriores</td><td>1.50</td><td>47.53</td></tr>
</table>
<table>
<tr><th>Año-modelo del vehículo</th><th>Coeficiente de absorción de luz (m⁻¹)</th><th>Por ciento de opacidad (%)</th></tr>
<tr><td>1997 y anteriores</td><td>2.25</td><td>61.99</td></tr>
<tr><td>1998 y posteriores</td><td>1.50</td><td>47.53</td></tr>
</table>
</td><td>Se considera que un vehículo cumple con la presente Norma Oficial Mexicana, cuando sus valores de emisión no rebasan ninguno de los límites permisibles establecidos, por lo que:
La empresa constructora deberá contar con un programa calendarizado preventivo para el mantenimiento de los equipos.
Cada vehículo deberá contar con los registros de los mantenimientos correctivos y preventivos realizados.
Se mantendrá registro documental de los resultados de la verificación para comprobar el cumplimiento de esta norma</td></tr>
<tr><td>NOM-050-SEMARNAT-2018
Que establece los límites máximos permisibles de emisiones de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible</td><td>La norma será aplicable durante las actividades de preparación, construcción y operación del proyecto, en el transporte de materiales.</td><td>
<table>
<tr><th rowspan="2">HIDROCARBUROS (HC) µmol/mol (ppmh)a</th><th rowspan="2">MONÓXIDO DE CARBONO (CO) cmol/mol (%)</th><th rowspan="2">ÓXIDOS DE NITRÓGENO (Nox) µmol/mol (ppm)</th><th rowspan="2">OXÍGENO (O2) cmol/mol (%)</th><th colspan="2">DILUCIÓN (CO+CO2) cmol/mol (% vol)</th><th rowspan="2">FACTOR LAMBDA</th></tr>
<tr><th>MIN</th><th>MAX</th></tr>
<tr><td>200</td><td>1</td><td>1000</td><td>2</td><td>7</td><td>14.3</td><td>1.05</td></tr>
<tr><td>100</td><td>1</td><td>1000</td><td>2</td><td>7</td><td>14.3</td><td>1.05</td></tr>
<tr><td>220</td><td>1</td><td>No aplica</td><td>2b</td><td>7</td><td>14.3</td><td>1.05b</td></tr>
<tr><td>150</td><td>1</td><td>No aplica</td><td>2b</td><td>7</td><td>14.3</td><td>1.05b</td></tr>
</table>
</td><td>Se exigirá que los contratistas que lleven a efecto la construcción del proyecto cuenten con un Programa de Mantenimiento Preventivo que garantice que los vehículos y maquinaria se encuentren en condiciones óptimas para evitar emisiones de contaminantes.
Asimismo, quedará prohibido a todo el personal realizar acciones de mantenimiento en el área de desarrollo del proyecto o zonas cercanas, ya que esto deberá realizarse en sitios autorizados.</td></tr>
<tr><td>NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental - especies</td><td>Si bien durante las prospecciones de campo no se obtuvieron registros de</td><td>Se desglosa el listado de especies con alguna categoría de riesgo.</td><td>El contratista durante el desmonte y despalme requerido deberá rescatar los ejemplares</td></tr>
</table>

NORMA OFICIAL MEXICANA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO	PARÁMETROS NORMADOS	MEDIDAS PARA EL CONTROL Y CUMPLIMIENTO
nativas de México de flora y fauna silvestres - categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - lista de especies en riesgo.	especies de flora y fauna listadas en la NOM 059 SEMARNAT 2010, se deberán ejecutar acciones para la protección y preservación de especies nativas de la región.		susceptibles de trasplantarse, reubicar y proteger los individuos de fauna, nidos y madrigueras; de igual manera es importante que a durante dichas actividades se encuentre personal especializado en flora y fauna para identificar especies vegetales o animales ya que si bien no se encontraron especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, siempre existe la posibilidad de encontrar alguna. Invariablemente deberá ejecutarse un Programa de rescate y reubicación de flora y fauna silvestre y un Programa de Vigilancia Ambiental, que permitan prevenir y/o minimizar cualquier afectación a la vida silvestre. Dentro del programa de rescate y reubicación de flora y fauna deberán especificarse las especies susceptibles a rescate, así como las técnicas que se deben emplear durante la ejecución de dichas actividades.
NOM-080-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.	Existirá generación de ruido proveniente de los vehículos automotores, que se utilizarán durante las diversas etapas del proyecto	PESO BRUTO VEHICULAR (Kg) / LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES dB(A) Hasta 3,000 — 86 Más de 3,000 y hasta 10,000 — 92 Más de 10,000 — 99	Se deberá monitorear la maquinaria, equipo y vehículos utilizados en la construcción sobre todo cuando se trabaje cerca de las poblaciones para que no se exceda los límites máximos permisibles que establece la norma respectiva. El monitoreo de ruido deberá contemplarse y ejecutarse conforme al programa de vigilancia ambiental del contratista y en cumplimiento de esta norma. Se deben mantener registros documentales de las mediciones hechas con un sonómetro calibrado y con la aplicación del método de esta NOM.
NOM-083-SEMARNAT-2003; Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial	Si bien el proyecto generará residuos sólidos urbanos y de manejo especial, NO se plantea diseñar, construir, operar o monitorear los sitios de disposición final de este tipo de residuos, ya que se dispondrán en sitios previamente autorizados, operados y monitoreados por entidades públicas o privadas	• Se establecen las categorías de los sitios de disposición final de acuerdo a la cantidad de toneladas de residuos sólidos urbanos y manejo especial que se ingresan al día. • Se establecen las especificaciones para la selección del sitio.	El contratista deberá contar con un programa integral de manejo de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, realizando la separación, almacenamiento temporal y confinamiento especial, los cuales serán transportados a un sitio previamente autorizado por las autoridades municipales para su disposición final, en ningún caso el contratista deberá disponer los residuos en sitios no autorizados.

NORMA OFICIAL MEXICANA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO	PARÁMETROS NORMADOS	MEDIDAS PARA EL CONTROL Y CUMPLIMIENTO
	autorizadas por las autoridades municipales correspondientes.	• Se indican los estudios y análisis previos requeridos para la construcción de sitios de disposición final. • Se establecen las características constructivas y operativas del sitio de disposición final, así como los requerimientos de compactación. Se establecen las obras complementarias que deberán contener los sitios de disposición final.	La Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes a través del centro SCT Oaxaca deberá de exhibir información que compruebe la realización de la separación de residuos y el manejo y transporte al sitio de disposición final, así como la copia del contrato o acuerdo realizado con las autoridades municipales, cuando la autoridad ambiental así lo solicite.
NOM-086-SEMARNAT-1994. Especificaciones sobre protección ambiental que deben reunir los combustibles fósiles líquidos y gaseosos que se usan en fuentes fijas y móviles.	Vehículos automotores que usan combustóleo, gasóleo industrial, diésel sin, desulfurado e industrial, gas natural, gas licuado de petróleo, gasolinas con y sin plomo.	La empresa Constructora responsable de la elaboración de asfalto y equipo de trituración.	La empresa constructora deberá contar con un programa de mantenimiento de equipos, maquinaria y vehículos. Se deberá de contar con la impermeabilización de los sitios de estacionamientos y responsabilizarse de los derrames de hidrocarburos y residuos peligrosos generados durante la obra. Se deberá desarrollar un procedimiento de actuación en caso de derrames.
NOM-052-SEMARNAT-2005. Establece las características de los residuos peligrosos, el listado de estos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.	Los residuos producto de las actividades de preparación del sitio y construcción como son los que se generaran por las actividades de mantenimiento de maquinaria y equipo (latas vacías, con algún contenido de pinturas, solventes, aceites usados o lubricantes y estopa impregnada de grasas) se manejaran como residuos peligrosos conforme la norma.	Se establecen: • Códigos de peligrosidad de los residuos (CPR). • Límites máximos permisibles para los constituyentes tóxicos en el extracto PECT. • Clasificación de residuos peligrosos por fuente no específica. • Clasificación de residuos peligrosos tóxicos agudos. • Clasificación de residuos peligrosos tóxicos crónicos. • Clasificación por tipo de residuos sujetos a condiciones particulares de manejo.	El contratista deberá contar con un programa integral de manejo de Residuos Peligrosos, realizando la separación, almacenamiento temporal y confinamiento especial, los cuales deben ser manejados por una empresa especializada y autorizada en el manejo de residuos peligrosos, bajo un contrato de servicio. La Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes a través del centro SCT Oaxaca deberá de exhibir información que compruebe la realización de la separación de residuos y el manejo y disposición final realizada, así como la copia del contrato celebrado, cuando la autoridad ambiental así lo solicite.
NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y	La maquinaria pesada (excavadoras, aplanadoras, etc.) que se va a utilizar durante las etapas de preparación y operación, podría presentar pequeños derrames de combustible, en especial cuando se encuentran		La empresa constructora deberá contar con un programa de mantenimiento de equipos, maquinaria y vehículos. Se deberá de contar con la impermeabilización de los sitios de estacionamientos y responsabilizarse de los

FRACCIÓN DE HIDROCARBUROS	USO DE SUELO PREDOMINANTE (mg/kg BASE SECA)			MÉTODO ANALÍTICO
	Agrícola, forestal, pecuario y de conservación	Residencial y recreativo	Industrial y comercial	
Ligera	200	200	500	NMX-AA-105-SCFI-2006
Media	1 200	1 200	5 000	NMX-AA-145-SCFI-2006
Pesada	3 000	3 000	6 000	NMX-AA-134-SCFI-2006

NORMA OFICIAL MEXICANA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO	PARÁMETROS NORMADOS	MEDIDAS PARA EL CONTROL Y CUMPLIMIENTO
especificaciones para la remediación.	estacionada, así que será probable que se produzca contaminación del suelo.		derrames de hidrocarburos y residuos peligrosos generados durante la obra. Se deberá desarrollar un procedimiento de actuación en caso de derrames.

TABLA DE CONTENIDOS

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIA DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN 7

IV.1 DELIMITACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL DONDE PRETENDE ESTABLECERSE EL PROYECTO 7

IV. 1.1. Delimitación del Sistema Ambiental 10

IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL 18

IV.2.1 Componentes abióticos 18

IV.2.2 Suelos 36

IV.2.3 Geomorfología 45

IV.2.4 Hidrología 62

IV.2.5 Aire 95

IV.2.6 Medio biótico 99

IV.2.6.1 Flora 99

IV.2.6.2 Fauna 140

IV.2.7 Paisaje 170

IV.2.8 Medio socioeconómico 179

IV.3. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL 183

IV.3.1 Medio abiótico 183

INDICE TABLAS

Tabla IV. 1 Características principales del Municipio 9
Tabla IV. 2 Coordenadas del Sistema Ambiental 10
Tabla IV. 3 Coordenadas del Área de Influencia 15
Tabla IV. 4 Tipos de climas en el estado de Oaxaca. 19
Tabla IV. 5 Tipos de climas en el municipio de San Andrés Dinicuiti. 19
Tabla IV. 6 Tipo de climas en el Sistema Ambiental y Área del Proyecto. 19
Tabla IV. 7 Normales Climatológicas de la estación Huajuapan de León (20298). 23
Tabla IV. 8 Códigos de colores para las seis vulnerabilidades. 31
Tabla IV. 9 Vulnerabilidades presentes en el municipio de San Andrés Dinicuiti. 33
Tabla IV. 10 Propiedades del suelo. 36
Tabla IV. 11 Grupos de Suelos de Referencia de la WRB. 37
Tabla IV. 12 Clave racionalizada para los Grupos de Suelos de Referencia de la WRB. 38
Tabla IV. 13 Suelos presentes en el Área del Proyecto. 40
Tabla IV. 14 Provincias Fisiográficas de México. 45
Tabla IV. 15 Fisiografía del municipio de San Andrés Dinicuiti. 45
Tabla IV. 16 Fisiografía del SA y Área del Proyecto. 45
Tabla IV. 17 Geología del municipio de San Andrés Dinicuiti. 53
Tabla IV. 18 Geología del Área del Proyecto. 53
Tabla IV. 19 Regionalización sísmica según su aceleración de roca. 59

Tabla IV. 20 Características de la subcuenca del rio Mixteco. 63
Tabla IV. 21 Índices morfométricos de la microcuenca con un ce de 10% 72
Tabla IV. 22 Índices morfométricos de la microcuenca con un ce de 20% 72
Tabla IV. 23 Coeficientes de escurrimiento 81
Tabla IV. 24 Características del suelo. 84
Tabla IV. 25 Resumen de Gastos Obtenidos por Métodos Racional Americano, Hidrograma unitario triangular y Ven Te Chow. 88
Tabla IV. 26 Normas de Calidad del Aire Vigentes observadas en el estado de Oaxaca. 95
Tabla IV. 27 Calidad del aire en San Andrés Dinicuiti. 97
Tabla IV. 28 Sitios de muestreo de flora 100
Tabla IV. 29 Uso de suelo y vegetación del SA 105
Tabla IV. 30 Uso de suelo y vegetación del ai 105
Tabla IV. 31 Superficie de ocupación del proyecto 109
Tabla IV. 32 Superficie de ocupación del proyecto 110
Tabla IV. 33 Resultados de muestreo para el estrato arbóreo 111
Tabla IV. 34 Resultados de muestreo para el estrato arbustivo 112
Tabla IV. 35 Resultados de muestreo para el estrato Herbaceo. 113
Tabla IV. 36 Estimación del índice de valor de importancia ecológica (IVIE) para el estrato arbóreo en el área del proyecto y área de influencia 117
Tabla IV. 37 Relación de índices del estrato arbóreo 117
Tabla IV. 38 Estructura vertical del estrato arbóreo 118
Tabla IV. 39 Estimación del índice de valor de importancia ecológica (IVIE) para el estrato arbustivo en el área del proyecto y área de influencia 120
Tabla IV. 40 Relación de índices del estrato arbustivo 120
Tabla IV. 41 Estructura vertical del estrato arbustivo 121
Tabla IV. 42 Estimación del índice de valor de importancia ecológica (IVIE) para el estrato herbáceo en el área del proyecto y área de influencia 123
Tabla IV. 43 Relación de índices del estrato herbáceo 123
Tabla IV. 44 Estructura vertical del estrato herbaceo 124
Tabla IV. 45 Estimación del índice de valor de importancia ecológica (IVIE) para el estrato arbóreo en el sistema ambiental 126
Tabla IV. 46 Relación de índices del estrato arbóreo 126
Tabla IV. 47 Estructura vertical del estrato arbóreo 127
Tabla IV. 48 Estimación del índice de valor de importancia ecológica (IVIE) para el estrato arbustivo en el sistema amvbiental 129
Tabla IV. 49 Relación de índices del estrato arbustivo 129
Tabla IV. 50 Estructura vertical del estrato arbustivo 130
Tabla IV. 51 Estimación del índice de valor de importancia ecológica (IVIE) para el estrato herbáceo en el área del proyecto y área de influencia 132
Tabla IV. 52 Relación de índices del estrato herbáceo 132
Tabla IV. 53 Estructura vertical del estrato herbaceo 133
Tabla IV. 54 resultados del muestreo de flora 137
Tabla IV. 55 Listado de especies de flora que serán sujetos a remoción por el proyecto 137
Tabla IV. 56 Total de individuos a remover 137
Tabla IV. 57 clasificación del estatus de la nom-059-semarnat-2010 139

Tabla IV. 58 Listado de especies a remover y especies encontradas en el SA..... 139
Tabla IV. 59 Riqueza de los cuatro grupos de fauna más importantes a diferentes escalas (país, estado y municipios)..... 140
Tabla IV. 60 Plantilla utilizada para la toma de datos de herpetofauna..... 147
Tabla IV. 61 Observación directa para Aves..... 148
Tabla IV. 62 Ficha para recolección de huellas..... 152
Tabla IV. 63 Ficha para recolección de excretas..... 153
Tabla IV. 64 Especies observadas en el Área del Proyecto..... 154
Tabla IV. 65 Presencia de especies dentro del área de estudio..... 157
Tabla IV. 66 Índices de Biodiversidad para los órdenes encontrados en el proyecto..... 158
Tabla IV. 67. Índices de Biodiversidad para las aves encontradas en el proyecto..... 159
Tabla IV. 68 Índices de Biodiversidad para las aves encontradas en el proyecto..... 160
Tabla IV. 69 Diversidad de las aves encontradas en el proyecto..... 161
Tabla IV. 70 Índices de Biodiversidad para las aves encontradas en el Área de Influencia..... 163
Tabla IV. 71 Diversidad de las aves encontradas en el proyecto..... 163
Tabla IV. 72 Índices de Biodiversidad para las aves encontradas en el SA..... 165
Tabla IV. 73 Diversidad de las aves encontradas en el proyecto..... 165
Tabla IV. 74 Resumen del muestro del proyecto..... 167
Tabla IV. 75 Coordenadas de los puntos de muestreo..... 168
Tabla IV. 76 Ponderación para la evaluación de la calidad escénica..... 173
Tabla IV. 77 Sensibilidad del paisaje por algún tipo de alteración..... 176
Tabla IV. 78 Valoración del paisaje del proyecto..... 177
Tabla IV. 79 Unidades paisajísticas del Sistema Ambiental del proyecto..... 177
Tabla IV. 80 Fragilidad visual del Sistema Ambiental del proyecto..... 177
Tabla IV. 81 Base numérica para calcular la capacidad de acogida ecológica..... 178
Tabla IV. 82 Agrupación de la capacidad de acogida ecológica..... 178
Tabla IV. 83 Capacidad de acogida ecológica del proyecto..... 178
Tabla IV. 84 Etnicidad en el Municipio de San Andrés Dinicuiti..... 180
Tabla IV. 85 Ponderación del Aire..... 183
Tabla IV. 86 Descripción de los valores de ponderación para el componente suelo..... 185
Tabla IV. 87 Descripción de los valores de ponderación para el componente hidrología..... 187
Tabla IV. 88 Ponderación de la Geomorfología..... 188
Tabla IV. 89. Ponderación de la vegetación..... 190
Tabla IV. 90 Ponderación de la fauna..... 191
Tabla IV. 91 Ponderación de la presencia antrópica..... 192

INDICE IMÁGENES

Imagen IV. 1 Esquema para delimitación del SA..... 8
Imagen IV. 2 Delimitación del SA..... 10
Imagen IV. 3 Vista Satelital del Sistema Ambiental..... 14
Imagen IV. 4 Vista Satelital del Área de Influencia..... 17
Imagen IV. 5 Tipos de climas en el estado de Oaxaca..... 20
Imagen IV. 6 Tipos de climas en el SA y Área del Proyecto..... 21
Imagen IV. 7 Isotermas del estado de Oaxaca..... 26
Imagen IV. 8 Isotermas del SA y Área del Proyecto..... 27

Imagen IV. 9 Isoyetas del estado de Oaxaca. 28
Imagen IV. 10 Isoyetas del SA y Área del Proyecto. 29
Imagen IV. 11 Municipios vulnerables en la República Mexicana. 33
Imagen IV. 12 Vulnerabilidad a deslaves. 34
Imagen IV. 13 Vulnerabilidad a inundaciones. 35
Imagen IV. 14 Edafología en el estado de Oaxaca 43
Imagen IV. 15 Edafología en el SA y Área del Proyecto 44
Imagen IV. 16 Provincias Fisiográficas del Proyecto. 48
Imagen IV. 17 Subprovincias Fisiográficas del Proyecto. 49
Imagen IV. 18 Topoformas presentes en el SA y Área del Proyecto. 50
Imagen IV. 19 Topografía del SA y Área del Proyecto. 51
Imagen IV. 20 Geología en el estado de Oaxaca. 56
Imagen IV. 21 Geología en el SA y Área del Proyecto. 57
Imagen IV. 22 Atlas Nacional de Riesgos. 60
Imagen IV. 23 Sismos registrados cerca del Área del Proyecto en 2018. 61
Imagen IV. 24 Región Hidrológica. 65
Imagen IV. 25 Cuenca Hidrográfica del Proyecto. 66
Imagen IV. 26 Subcuenca Hidrográfica del Proyecto. 67
Imagen *IV. 27* Cuerpos de agua con el proyecto 69
Imagen IV. 28 Orden de corriente de la microcuenca. 69
IMAGEN *IV. 29* CUENCAS HIDROLÓGICAS DEL PROYECTO. 70
Imagen IV. 30 Delimitación de la subcuenca. 75
Imagen IV. 31 Cartas de uso de suelo INEGI. 82
Imagen IV. 32 Localización del acuífero Huajuapan de león 2014 Oaxaca. 89
Imagen IV. 33 Localización del acuífero 2014 Huajuapan de León. 90
Imagen IV. 34 Escala de calidad del aire. 96
Imagen IV. 35 Calidad del aire en San Andrés Dinicuiti. 98
Imagen IV. 35 Forma y tamaño de los sitios de muestreo 100
Imagen IV. 37 Ubicación de los sitios de muestreo en el SA. 103
Imagen IV. 38 Ubicación de los sitios de muestreo en el AI y AP 104
Imagen IV. 39 Uso de suelo y vegetación presente en el Sistema ambiental, área de influencia y área del proyecto 106
Imagen IV. 39 Superficies de ocupación del proyecto. 110
Imagen IV. 40 Superficies de afectación del proyecto. 138
Imagen IV. 41 Ejemplos tipos de red utilizadas para el muestreo 145
Imagen IV. 42 Búsqueda de anfibios 145
Imagen IV. 43 Lazo montado en una vara o caña de pescar y lagartija lazada por el cuello 146
Imagen IV. 44 Forma de manipulación de reptiles (lagartijas). 147
Imagen IV. 45 Conteos visuales 149
Imagen IV. 46 Unidad de muestreo para mamíferos 153
Imagen IV. 47 Muestreos de fauna en el área del puente 162
Imagen IV. 48 Muestreos de fauna en el área de Influencia 164
Imagen IV. 49 Muestreos de fauna en el área de Influencia. 166
Imagen IV. 50 Componentes del modelo general de calidad del paisaje. 171
Imagen IV. 51 Diagnóstico ambiental del Sistema Ambiental (Aire). 184

Imagen IV. 52 Diagnóstico ambiental del Sistema Ambiental (Componente Suelo)..... 186
Imagen IV. 53 Diagnóstico ambiental del Sistema Ambiental (Componente Hidrología). 188
Imagen IV. 54 Diagnóstico ambiental del Sistema Ambiental (Componente Geomorfología). 189
Imagen IV. 55 Diagnóstico ambiental del Sistema Ambiental (Componente Vegetación). 190
Imagen IV. 56 Diagnóstico ambiental del Sistema Ambiental (Componente Fauna)..... 191
Imagen IV. 57 Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental (Componente presencia Antrópica)..... 193

INDICE GRÁFICAS

Gráfica IV. 1 Climograma de la estación climatológica Huajuapan de León (20298). 24
Gráfica IV. 2 Datos climáticos..... 71
Gráfica IV. 3 Coeficiente de escurrimiento. 71
Gráfica IV. 4 Modelación de lluvia 71
Gráfica IV. 5 Perfil de elevaciones del cauce principal con ce del 10 y 20% 73
Gráfica IV. 6 IVIE del estrato arbóreo 118
Gráfica IV. 7 Estructura vertical del estrato arbóreo 119
Gráfica IV. 8 IVIE del estrato arbustivo 121
Gráfica IV. 9 Estructura vertical del estrato arbustivo 122
Gráfica IV. 10 IVIE del estrato herbáceo 124
Gráfica IV. 11 Estructura vertical del estrato herbáceo..... 125
Gráfica IV. 12 IVIE del estrato arbóreo 127
Gráfica IV. 13 Estructura vertical del estrato arbóreo 128
Gráfica IV. 14 IVIE del estrato arbustivo 130
Gráfica IV. 15 Estructura vertical del estrato arbustivo 131
Gráfica IV. 16 IVIE del estrato herbáceo 133
Gráfica IV. 17 Estructura vertical del estrato herbáceo..... 134
Gráfica IV. 18 especies de fauna observadas en el proyecto 157
Gráfica IV. 19 Abundancia de Aves en el área del proyecto..... 160
Gráfica IV. 20 Número de especies observadas en el proyecto 161
Gráfica IV. 21 Número de especies observadas en el AI 163
Gráfica IV. 22 Número de especies observadas en el SA 165
Gráfica IV. 23 Distribución poblacional por grupo de edad 179
Gráfica IV. 24 Población que habla alguna lengua indígena 180
Gráfica IV. 25 Distribución de viviendas 181
Gráfica IV. 26 Tipo de discapacidad de la población 182
Gráfica IV. 27 Causas u orígenes de las discapacidades presentes en la población 182

INDICE FOTOGRAFÍAS

Fotografía IV. 1 Suelos presentes en el Área del Proyecto. 41
Fotografía IV. 2 Relieve presente en el Área del Proyecto. 46
Fotografía IV. 3 Geomorfología de la zona del Proyecto. 52
Fotografía IV. 4 Geología del Área del Proyecto. 54
Fotografía IV. 5 Condiciones del arroyo con ID 1366858 64
Fotografía IV. 6 Condiciones del cauce del Proyecto. 68
Fotografía IV. 7 Forma y tamaño de los sitios de muestreo 101
Fotografía IV. 8 Muestreo realizado para el proyecto 101

Fotografía IV. 9 Obtención de fotografías aéreas por medio de dron del área del proyecto 102
Fotografía IV. 10 Vegetación secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia 108
Fotografía IV. 11 Condiciones florísticas 135
Fotografía IV. 12 Monitoreo de Aves 148
Fotografía IV. 13 Equipo para muestreo de Fauna Silvestre 149
Fotografía IV. 14 Trampeo para mamíferos pequeños. 150
Fotografía IV. 15 Trampa olfativa, para registro de huellas 150
Fotografía IV. 16 Trampas cámara y quipo para monitoreo de fauna 151
Fotografía IV. 17 Fauna registrada en el área del proyecto 155
Fotografía IV. 18 Selva Baja Caducifolia. 174
Fotografía IV. 19 Paisaje fluvial 175

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIA DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN

IV.1 DELIMITACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL DONDE PRETENDE ESTABLECERSE EL PROYECTO

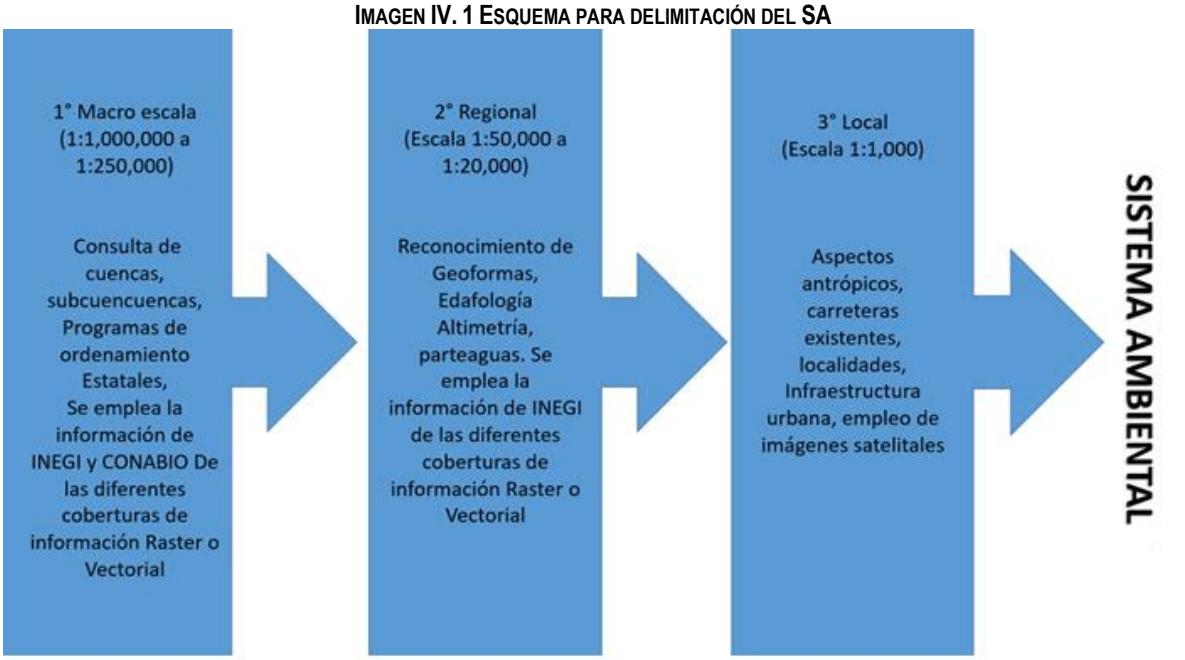
Fundamento Jurídico

Este apartado se desarrolla de acuerdo con lo dispuesto en la Fracción IV del Artículo 13 del Reglamento de evaluación de Impacto Ambiental (REIA) que dispone la obligación de incluir en la MIA-R una "***Descripción del Sistema Ambiental (SA) y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región*".** En este sentido y en cumplimiento de lo establecido, se presenta el SA donde se ubica el proyecto, cuyo objetivo principal será la delimitación de este sistema, posteriormente la caracterización y descripción de sus componentes físicos, biológicos y socioeconómicos, finalmente, las tendencias del desarrollo y deterioro de la región, traducido en un diagnóstico objetivo para conocer la calidad ambiental que caracteriza a dicho SA. Lo anterior resulta fundamental e imprescindible en la evaluación de los impactos ambientales y las propuestas de las medidas de mitigación, compensación, prevención o restauración en su caso.

La delimitación del sistema ambiental (SA) equivale a definir la unidad geográfica de referencia para la toma de decisiones en materia de evaluación del impacto ambiental. Lo anterior implica el uso de un enfoque sistémico, geográfico y administrativo orientado a concretar la necesidad de delimitar un sistema ambiental, éste se puede alcanzar con la identificación, el reconocimiento y la caracterización de unidades espaciales de homogeneidad relativa, como herramienta inicial para lograr un diagnóstico ambiental de una porción del territorio, con validez para proyectar la evaluación del impacto ambiental. Es por lo tanto a través de esta noción de sistema ambiental que es factible identificar y evaluar las interrelaciones e interdependencia que caracterizan la estructura y el funcionamiento del o los ecosistemas y efectuar previsiones respecto de los efectos de las interrelaciones entre el ambiente y el proyecto

Son muy diversas las afectaciones o impactos que ocasiona una carretera, ya sea nueva o modernizada, por ello la definición del Sistema Ambiental (SA) es un tema muy significativo que debe hacerse utilizando de forma jerárquica criterios y componentes, por ejemplo hidrológicos, geomorfológicos, florísticos, distribución de fauna, ANP´s, UGA´s, aspectos sociales (límites políticos, poblados, carreteras, etc.), aspectos jurídicos, como ordenamientos ecológicos, estatales, municipales, planes de desarrollo municipales, entre otros, cuya intención sea identificar unidades espaciales homogéneas tanto en su estructura como en su función. Los Criterios técnicos, normativos y de planificación utilizados para establecer el SA donde se encuentra inserto el proyecto que nos ocupa, en la siguiente imagen se muestra el modelo metodológico para la delimitación del SA.

IMAGEN IV. 1 ESQUEMA PARA DELIMITACIÓN DEL SA



Niveles considerados para delimitar el SA

La figura anterior muestra las escalas utilizadas o tomadas en cuenta para delimitar el SA. 1er. Nivel Macroescala: Fisiografía, Cuencas hidrológicas, Subcuencas, Regionalización y POET (UGA´s), Sitios importantes para la conservación, ANP (nivel federal, estatal o municipal, en su caso), Sitios RAMSAR, AICAS, RHP y RTP. 2do. Nivel: Geosistemas (Unidades de relieve o geoformas), Tipos de suelo (cartografía INEGI), Geología (cartografía INEGI), Hidrología artrografía INEGI), 3er. Nivel: Aspectos sociales (poblados, comunidades, ejidos, predios o parcelas). Infraestructura: caminos, carreteras, terracerías, canales de riego etc.).

Procedimiento de regionalización, sobreposición de mapas mediante el Sistema de Información Geográfica (SIG)

Para delimitar preliminarmente el SA fue importante la realización de un procedimiento de regionalización, sobreponiendo mapas en un SIG y considerando en orden decreciente en cuanto a tamaño las cuencas, subcuencas, microcuencas, las Unidades de Gestión Ambiental (UGA´s) precisadas en un ordenamiento ecológico vigente, así mismo, las principales geoformas, distribución de los diferentes tipos de suelo, vegetación y área de distribución de especies de particular importancia, entre otros.

Cada uno de los componentes tiene distinta escala de representatividad espacial, ya que la escala a la que ocurren los cambios principales en componentes como el clima, la hidrología (cuencas y subcuencas) o la geología de una región, ocurren a escalas de reconocimiento (1:1'000,000, 1: 500,000 o 1: 250,000); se organizaron a partir de los aspectos funcionales, siguiendo un orden jerárquico de geosistemas.

El análisis de un sistema considerando como límites físicos los parteaguas de las cuencas o subcuencas hidrológicas, incluyéndose todos sus cuerpos de agua y escorrentías, resulta en primera instancia, un buen límite para establecer el SA ya que muchos de los procesos dentro del sistema están fuertemente relacionados con el factor agua. Este límite puede ser adecuado para un proyecto de grandes dimensiones y que impactará diversos recursos dentro de la cuenca, no obstante, puede ser que el tamaño de las cuencas o subcuencas resulten desproporcionadamente grandes con respecto al proyecto o a los demás componentes ambientales;

por lo que, se corre el riesgo de sobrevaluar componentes dentro de un sistema y analizar componentes que se expresan a escalas de menor resolución como la vegetación, haciendo descripciones muy extensas de tipos de vegetación que no tendrán ninguna relación con el proyecto, pero que se encuentran dentro de la cuenca.
Por otro lado, si el sistema ambiental se define a partir de límites de componentes con representatividad a nivel detallado, como puede ser la distribución de determinados tipos de vegetación, el área así determinada no permitirá evaluar la variabilidad en componentes de mayor escala de representación como la geología o efectos en corredores de desplazamiento de fauna y rutas migratorias.
Para la delimitación del SA, a continuación, se muestra una tabla comparativa de los principales rasgos físicos de los municipios en los que se desarrolla el proyecto:

TABLA IV. 1 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL MUNICIPIO

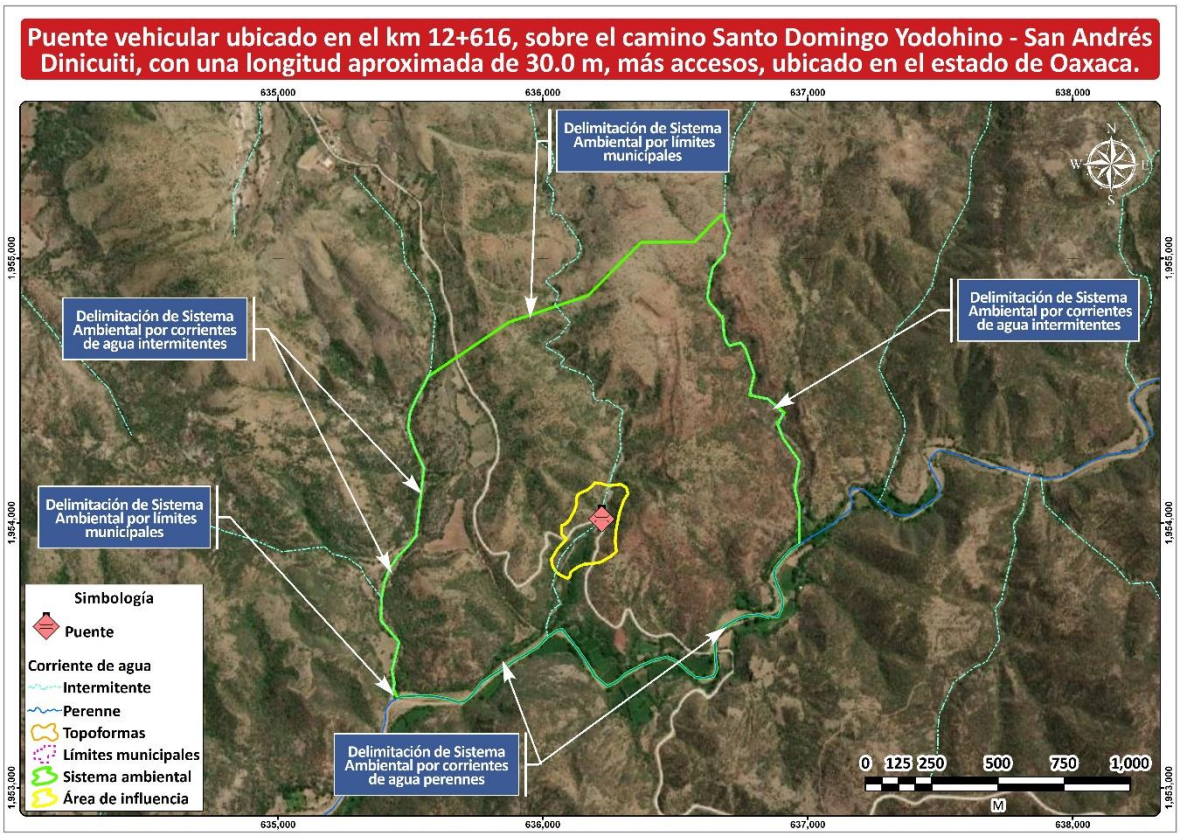
Atributo	Descripción
Localización	Se localiza entre los paralelos 17°39' y 17°45' de latitud norte; los meridianos 97°37' y 97°47' de longitud oeste; altitud entre 1 500 y 2 500 m. Colinda al norte con los municipios de Santiago Cacaloxtepec, Santiago Huajolotitlán y Villa de Tamazulápam del Progreso; al este con los municipios de Villa de Tamazulápam del Progreso y Villa de Chilapa de Díaz; al sur con los municipios de Villa de Chilapa de Díaz, Santo Domingo Yodohino y Tezoatlán de Segura y Luna; al oeste con los municipios de Tezoatlán de Segura y Luna y Santiago Cacaloxtepec. Ocupa el 0.11% de la superficie del estado.
Extensión	El municipio de San Andrés Dinicuiti cuenta con una extensión territorial total de 121.20 kilómetros cuadrados.
Orografía.	Existen 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. Localizado en la Provincia Fisiográfica Sierra Madre del Sur y la Subprovincia Mixteca Alta.
Hidrografía	Se encuentra sobre la Región Hidrológica RH18 Balsas, dentro de la cuenca RH18A Río Atoyac y en la subcuenca RH18Af Río Mixteco.
Clima	Temperatura entre 16° y 22° con un rango de precipitación entre 700 – 800 mm. Solamente se identifican dos tipos de climas el primero cubriendo 83.53% de la superficie del municipio es un clima semicálido subhúmedo con lluvias en verano; el resto de la superficie municipal (16.42%) alberga clima templado subhúmedo con lluvias en verano
Principales Ecosistemas	Bosque de enebros, encinares, pinares, cardonales y tetecheras, chaparral, matorral espinoso, izotal, selva baja caducifolia, selva baja espinosa caducifolia, bosque de galería, palmar, pastizal y agrupación de halófitos

IV. 1.1. Delimitación del Sistema Ambiental

- Topografía (relieve)
- Hidrología (corrientes de agua)
- Límites municipales

El límite para cada sección del Sistema Ambiental (SA) se muestra a continuación:

IMAGEN IV. 2 DELIMITACIÓN DEL SA



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

Como se muestra en la imagen anterior, el Sistema Ambiental se trata de un polígono que considera los principales elementos para poder definirlo de manera clara, se trata de un polígono de forma irregular que se encuentra totalmente inmerso en un uso de la tierra definido como Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia, en la siguiente tabla se muestran las coordenadas de dicho polígono, las cuales están calculadas para la zona 14N con el datum WGS84

TABLA IV. 2 COORDENADAS DEL SISTEMA AMBIENTAL

Vértices	UTM Zona 14N		Geográficas	
	Coord. X	Coord. Y	Longitud	Latitud
1	636,654.00	1,954,805.00	-97° 42' 41.617"	17° 40' 33.547"
2	636,672.00	1,954,778.00	-97° 42' 41.012"	17° 40' 32.665"
3	636,678.00	1,954,781.00	-97° 42' 40.808"	17° 40' 32.761"
4	636,684.00	1,954,709.00	-97° 42' 40.621"	17° 40' 30.417"

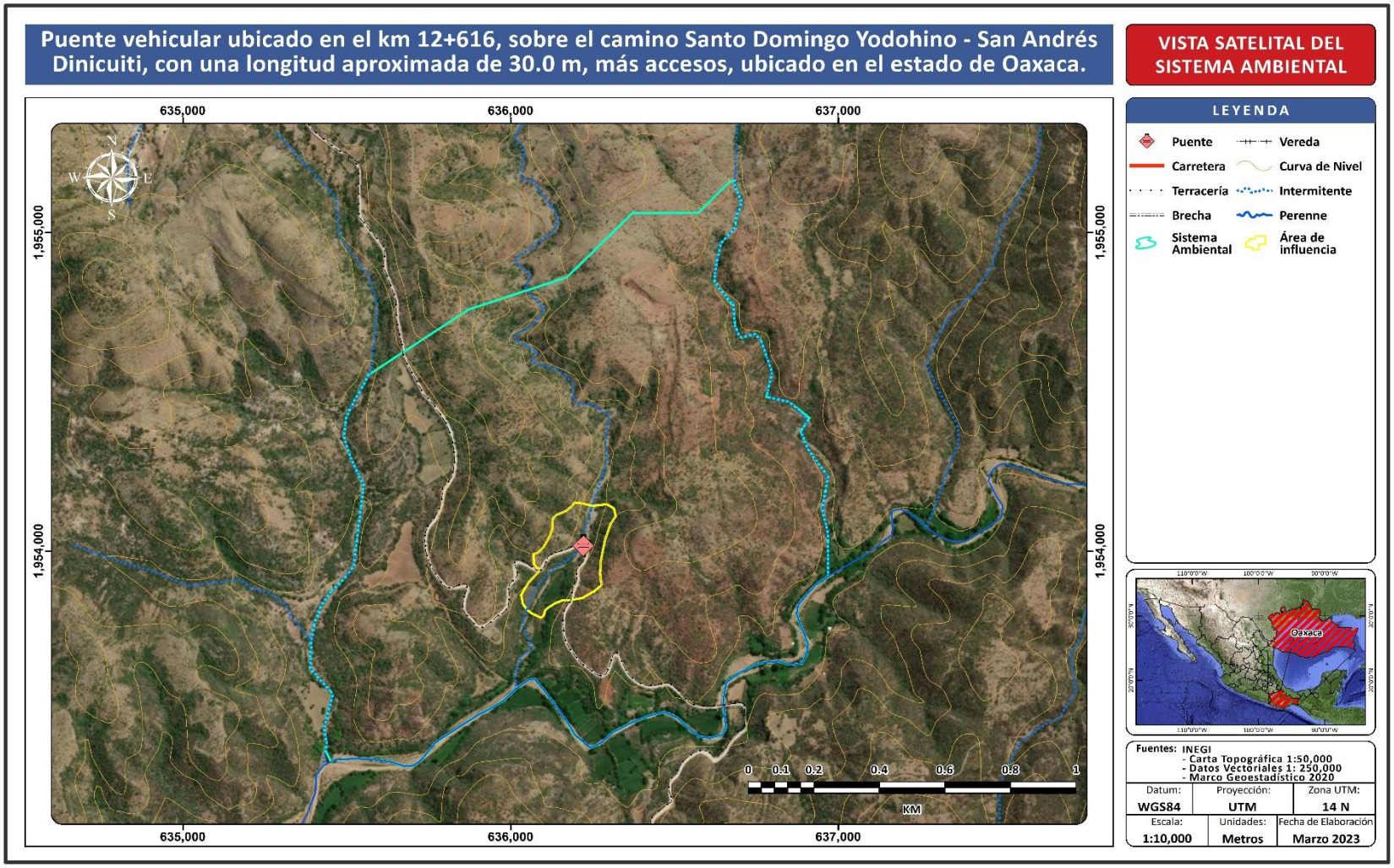
5	636,696.00	1,954,679.00	-97° 42' 40.221"	17° 40' 29.439"
6	636,705.00	1,954,670.00	-97° 42' 39.917"	17° 40' 29.144"
7	636,723.00	1,954,676.00	-97° 42' 39.305"	17° 40' 29.335"
8	636,747.00	1,954,682.00	-97° 42' 38.489"	17° 40' 29.525"
9	636,765.00	1,954,658.00	-97° 42' 37.884"	17° 40' 28.740"
10	636,798.00	1,954,562.00	-97° 42' 36.786"	17° 40' 25.610"
11	636,780.00	1,954,484.00	-97° 42' 37.415"	17° 40' 23.076"
12	636,849.00	1,954,469.00	-97° 42' 35.077"	17° 40' 22.573"
13	636,912.00	1,954,418.00	-97° 42' 32.951"	17° 40' 20.900"
14	636,885.00	1,954,376.00	-97° 42' 33.877"	17° 40' 19.540"
15	636,907.00	1,954,320.00	-97° 42' 33.144"	17° 40' 17.713"
16	636,968.00	1,954,235.00	-97° 42' 31.093"	17° 40' 14.934"
17	636,951.00	1,954,130.00	-97° 42' 31.695"	17° 40' 11.522"
18	636,969.00	1,954,055.00	-97° 42' 31.101"	17° 40' 9.078"
19	636,969.00	1,953,921.00	-97° 42' 31.132"	17° 40' 4.719"
20	636,933.00	1,953,897.00	-97° 42' 32.360"	17° 40' 3.946"
21	636,901.00	1,953,861.00	-97° 42' 33.454"	17° 40' 2.782"
22	636,877.00	1,953,831.00	-97° 42' 34.275"	17° 40' 1.811"
23	636,873.00	1,953,803.00	-97° 42' 34.417"	17° 40' 0.901"
24	636,883.00	1,953,771.00	-97° 42' 34.085"	17° 39' 59.858"
25	636,894.48	1,953,742.04	-97° 42' 33.702"	17° 39' 58.913"
26	636,894.49	1,953,742.02	-97° 42' 33.702"	17° 39' 58.913"
27	636,894.65	1,953,741.61	-97° 42' 33.697"	17° 39' 58.900"
28	636,894.98	1,953,740.79	-97° 42' 33.686"	17° 39' 58.873"
29	636,906.00	1,953,713.00	-97° 42' 33.318"	17° 39' 57.966"
30	636,903.00	1,953,677.00	-97° 42' 33.429"	17° 39' 56.796"
31	636,888.00	1,953,647.00	-97° 42' 33.945"	17° 39' 55.823"
32	636,850.00	1,953,644.00	-97° 42' 35.235"	17° 39' 55.734"
33	636,817.00	1,953,654.00	-97° 42' 36.352"	17° 39' 56.067"
34	636,768.00	1,953,650.00	-97° 42' 38.016"	17° 39' 55.947"
35	636,741.00	1,953,641.00	-97° 42' 38.934"	17° 39' 55.661"
36	636,696.00	1,953,617.00	-97° 42' 40.467"	17° 39' 54.890"
37	636,658.00	1,953,588.00	-97° 42' 41.763"	17° 39' 53.955"
38	636,652.70	1,953,557.38	-97° 42' 41.950"	17° 39' 52.960"
39	636,649.00	1,953,536.00	-97° 42' 42.081"	17° 39' 52.265"
40	636,650.47	1,953,511.52	-97° 42' 42.036"	17° 39' 51.468"
41	636,652.00	1,953,486.00	-97° 42' 41.990"	17° 39' 50.638"
42	636,657.00	1,953,449.00	-97° 42' 41.829"	17° 39' 49.433"
43	636,646.00	1,953,423.00	-97° 42' 42.209"	17° 39' 48.590"
44	636,635.06	1,953,420.34	-97° 42' 42.580"	17° 39' 48.506"
45	636,609.00	1,953,414.00	-97° 42' 43.466"	17° 39' 48.305"
46	636,577.00	1,953,417.00	-97° 42' 44.551"	17° 39' 48.410"
47	636,540.00	1,953,446.00	-97° 42' 45.800"	17° 39' 49.361"

48	636,508.00	1,953,477.00	-97° 42' 46.879"	17° 39' 50.377"
49	636,469.00	1,953,495.00	-97° 42' 48.198"	17° 39' 50.971"
50	636,421.00	1,953,483.00	-97° 42' 49.830"	17° 39' 50.592"
51	636,363.00	1,953,459.00	-97° 42' 51.804"	17° 39' 49.824"
52	636,312.00	1,953,431.00	-97° 42' 53.541"	17° 39' 48.924"
53	636,276.00	1,953,399.00	-97° 42' 54.770"	17° 39' 47.891"
54	636,243.00	1,953,383.00	-97° 42' 55.893"	17° 39' 47.378"
55	636,196.00	1,953,423.00	-97° 42' 57.479"	17° 39' 48.689"
56	636,169.00	1,953,470.00	-97° 42' 58.384"	17° 39' 50.224"
57	636,135.00	1,953,519.00	-97° 42' 59.527"	17° 39' 51.826"
58	636,097.00	1,953,569.00	-97° 43' 0.805"	17° 39' 53.461"
59	636,073.00	1,953,599.00	-97° 43' 1.612"	17° 39' 54.442"
60	636,055.00	1,953,596.00	-97° 43' 2.224"	17° 39' 54.349"
61	636,018.00	1,953,570.00	-97° 43' 3.485"	17° 39' 53.511"
62	635,978.00	1,953,530.00	-97° 43' 4.852"	17° 39' 52.219"
63	635,957.36	1,953,517.62	-97° 43' 5.555"	17° 39' 51.820"
64	635,928.00	1,953,500.00	-97° 43' 6.555"	17° 39' 51.254"
65	635,901.00	1,953,486.00	-97° 43' 7.475"	17° 39' 50.804"
66	635,785.00	1,953,410.00	-97° 43' 11.429"	17° 39' 48.357"
67	635,766.00	1,953,396.00	-97° 43' 12.077"	17° 39' 47.906"
68	635,756.00	1,953,383.00	-97° 43' 12.419"	17° 39' 47.485"
69	635,740.00	1,953,360.00	-97° 43' 12.967"	17° 39' 46.741"
70	635,722.00	1,953,340.00	-97° 43' 13.583"	17° 39' 46.094"
71	635,703.00	1,953,327.00	-97° 43' 14.230"	17° 39' 45.675"
72	635,676.00	1,953,324.00	-97° 43' 15.147"	17° 39' 45.584"
73	635,637.00	1,953,338.00	-97° 43' 16.467"	17° 39' 46.048"
74	635,578.00	1,953,347.00	-97° 43' 18.467"	17° 39' 46.353"
75	635,518.00	1,953,348.00	-97° 43' 20.503"	17° 39' 46.399"
76	635,464.00	1,953,345.00	-97° 43' 22.336"	17° 39' 46.313"
77	635,451.67	1,953,338.67	-97° 43' 22.756"	17° 39' 46.110"
78	635,435.32	1,953,373.82	-97° 43' 23.303"	17° 39' 47.257"
79	635,439.00	1,953,395.00	-97° 43' 23.173"	17° 39' 47.946"
80	635,430.00	1,953,443.00	-97° 43' 23.468"	17° 39' 49.509"
81	635,457.00	1,953,551.00	-97° 43' 22.527"	17° 39' 53.017"
82	635,388.00	1,953,632.00	-97° 43' 24.850"	17° 39' 55.667"
83	635,391.00	1,953,719.00	-97° 43' 24.728"	17° 39' 58.497"
84	635,402.00	1,953,777.00	-97° 43' 24.341"	17° 40' 0.381"
85	635,403.99	1,953,782.22	-97° 43' 24.272"	17° 40' 0.550"
86	635,423.00	1,953,832.00	-97° 43' 23.616"	17° 40' 2.166"
87	635,452.00	1,953,874.00	-97° 43' 22.622"	17° 40' 3.526"
88	635,481.15	1,953,903.15	-97° 43' 21.626"	17° 40' 4.468"
89	635,489.00	1,953,911.00	-97° 43' 21.358"	17° 40' 4.721"
90	635,512.15	1,953,940.66	-97° 43' 20.566"	17° 40' 5.681"

91	635,521.00	1,953,952.00	-97° 43' 20.263"	17° 40' 6.048"
92	635,533.00	1,954,054.00	-97° 43' 19.832"	17° 40' 9.364"
93	635,544.43	1,954,151.79	-97° 43' 19.422"	17° 40' 12.542"
94	635,551.00	1,954,208.00	-97° 43' 19.186"	17° 40' 14.370"
95	635,516.00	1,954,282.00	-97° 43' 20.357"	17° 40' 16.785"
96	635,491.00	1,954,358.00	-97° 43' 21.188"	17° 40' 19.263"
97	635,498.00	1,954,418.00	-97° 43' 20.936"	17° 40' 21.213"
98	635,522.00	1,954,471.00	-97° 43' 20.110"	17° 40' 22.932"
99	635,541.89	1,954,505.97	-97° 43' 19.427"	17° 40' 24.065"
100	635,551.00	1,954,522.00	-97° 43' 19.114"	17° 40' 24.585"
101	635,567.66	1,954,557.32	-97° 43' 18.540"	17° 40' 25.730"
102	635,571.73	1,954,557.33	-97° 43' 18.402"	17° 40' 25.729"
103	635,664.33	1,954,619.61	-97° 43' 15.245"	17° 40' 27.735"
104	635,675.26	1,954,626.96	-97° 43' 14.873"	17° 40' 27.972"
105	635,871.25	1,954,758.75	-97° 43' 8.191"	17° 40' 32.216"
106	636,050.64	1,954,819.29	-97° 43' 2.089"	17° 40' 34.146"
107	636,171.46	1,954,860.06	-97° 42' 57.980"	17° 40' 35.445"
108	636,246.07	1,954,935.25	-97° 42' 55.430"	17° 40' 37.875"
109	636,246.07	1,954,935.25	-97° 42' 55.430"	17° 40' 37.875"
110	636,370.94	1,955,061.10	-97° 42' 51.164"	17° 40' 41.941"
111	636,571.29	1,955,061.92	-97° 42' 44.364"	17° 40' 41.923"
112	636,670.91	1,955,162.40	-97° 42' 40.960"	17° 40' 45.170"
113	636,684.53	1,955,162.46	-97° 42' 40.498"	17° 40' 45.169"
114	636,684.00	1,955,147.00	-97° 42' 40.520"	17° 40' 44.666"
115	636,705.00	1,955,096.00	-97° 42' 39.819"	17° 40' 43.003"
116	636,687.00	1,955,045.00	-97° 42' 40.441"	17° 40' 41.347"
117	636,687.00	1,955,018.00	-97° 42' 40.448"	17° 40' 40.469"
118	636,642.00	1,954,967.00	-97° 42' 41.987"	17° 40' 38.820"
119	636,630.00	1,954,916.00	-97° 42' 42.406"	17° 40' 37.163"
120	636,621.00	1,954,853.00	-97° 42' 42.726"	17° 40' 35.116"
121	636,630.00	1,954,832.00	-97° 42' 42.425"	17° 40' 34.431"
122	636,654.00	1,954,805.00	-97° 42' 41.617"	17° 40' 33.547"

En las siguientes imágenes se muestra el plano satelital y de vías de acceso del SA.

IMAGEN IV. 3 VISTA SATELITAL DEL SISTEMA AMBIENTAL



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

Área de Influencia

Adicionalmente al Sistema Ambiental (SA), se delimita el Área de Influencia, el cual se trata de un espacio geográfico donde se tendrán los impactos significativos, el cual se delimita principalmente por el tipo de vegetación, escurrimientos intermitentes, así como los cambios particulares de la cobertura vegetal conforme a las imágenes satelitales. El Área de Influencia se trata de un polígono que considera los principales elementos para poder definirlo de manera clara, se trata de un polígono de forma irregular sobre Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia, en la siguiente tabla se muestran las coordenadas de dicho polígono, el cual están calculadas para la zona 14N con el datum WGS84.

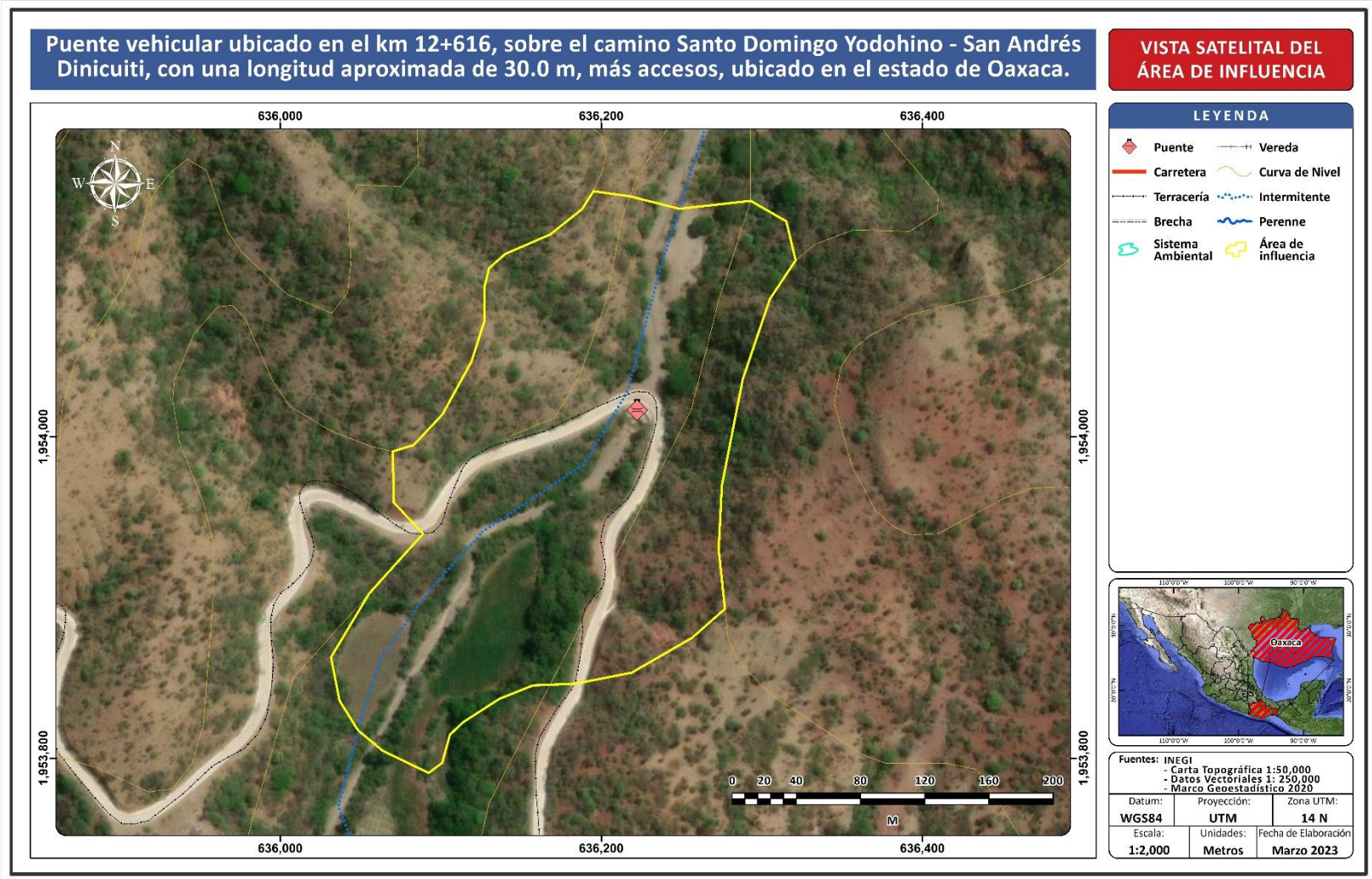
TABLA IV. 3 COORDENADAS DEL ÁREA DE INFLUENCIA

ID	COORDENADAS UTM (METROS)		COORDENADAS GEOGRÁFICAS (GRADOS)	
	X	*Y*	*LONGITUD*	*LATITUD*
1	636,315.13	1,954,134.30	-97° 42' 53.272"	17° 40' 11.803"
2	636321	1,954,110.00	-97° 42' 53.078"	17° 40' 11.011"
3	636305	1,954,086.00	-97° 42' 53.627"	17° 40' 10.234"
4	636288	1,954,036.00	-97° 42' 54.215"	17° 40' 8.611"
5	636275	1,953,970.00	-97° 42' 54.672"	17° 40' 6.467"
6	636273	1,953,930.00	-97° 42' 54.749"	17° 40' 5.166"
7	636276.89	1,953,893.69	-97° 42' 54.625"	17° 40' 3.984"
8	636276.96	1,953,892.99	-97° 42' 54.623"	17° 40' 3.961"
9	636256.4	1,953,875.01	-97° 42' 55.325"	17° 40' 3.381"
10	636218.82	1,953,853.31	-97° 42' 56.605"	17° 40' 2.683"
11	636183.61	1,953,846.35	-97° 42' 57.802"	17° 40' 2.464"
12	636157.44	1,953,845.38	-97° 42' 58.690"	17° 40' 2.439"
13	636136.27	1,953,836.91	-97° 42' 59.410"	17° 40' 2.168"
14	636114.05	1,953,822.62	-97° 43' 0.168"	17° 40' 1.708"
15	636105.58	1,953,814.68	-97° 43' 0.457"	17° 40' 1.452"
16	636100.82	1,953,797.22	-97° 43' 0.622"	17° 40' 0.885"
17	636092.35	1,953,790.87	-97° 43' 0.911"	17° 40' 0.680"
18	636063.78	1,953,804.63	-97° 43' 1.878"	17° 40' 1.134"
19	636048.45	1,953,817.30	-97° 43' 2.395"	17° 40' 1.549"
20	636036.79	1,953,835.85	-97° 43' 2.786"	17° 40' 2.156"
21	636031.5	1,953,862.84	-97° 43' 2.960"	17° 40' 3.035"
22	636055.39	1,953,902.62	-97° 43' 2.140"	17° 40' 4.323"
23	636076.16	1,953,925.68	-97° 43' 1.430"	17° 40' 5.069"
24	636088.87	1,953,939.79	-97° 43' 0.995"	17° 40' 5.525"
25	636070.66	1,953,959.15	-97° 43' 1.609"	17° 40' 6.159"
26	636070	1,953,991.00	-97° 43' 1.623"	17° 40' 7.195"
27	636083	1,953,995.00	-97° 43' 1.181"	17° 40' 7.323"
28	636101	1,954,014.00	-97° 43' 0.566"	17° 40' 7.937"
29	636119	1,954,047.00	-97° 42' 59.948"	17° 40' 9.006"
30	636127	1,954,072.00	-97° 42' 59.670"	17° 40' 9.818"
31	636127	1,954,093.00	-97° 42' 59.666"	17° 40' 10.501"
32	636130	1,954,105.00	-97° 42' 59.561"	17° 40' 10.891"
33	636140	1,954,114.00	-97° 42' 59.220"	17° 40' 11.181"
34	636168	1,954,126.00	-97° 42' 58.267"	17° 40' 11.566"
35	636188	1,954,142.00	-97° 42' 57.584"	17° 40' 12.082"
36	636195	1,954,153.00	-97° 42' 57.344"	17° 40' 12.438"

37	636217.83	1,954,149.89	-97° 42' 56.570"	17° 40' 12.332"
38	636248.49	1,954,142.07	-97° 42' 55.532"	17° 40' 12.071"
39	636293	1,954,147.00	-97° 42' 54.020"	17° 40' 12.221"
40	636315.13	1,954,134.30	-97° 42' 53.272"	17° 40' 11.803"

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

IMAGEN IV. 4 VISTA SATELITAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL

IV.2.1 Componentes abióticos

IV.2.1.1 Clima

Para el siguiente trabajo se ha tomado en cuenta el sistema de clasificación climática de Köppen, adecuado por Enriqueta García (en modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen para adaptarlos a las condiciones particulares de la República Mexicana, México Offset Larios). De acuerdo con los lineamientos de la obra anteriormente citada, en nuestro país se encuentran cuatro grupos climáticos, los cuales a su vez se dividen en varios subgrupos, tipos y subtipos. En tal sentido tendríamos:

- Grupo de climas cálidos húmedos, definidos por temperatura media del mes más frío en 18 °C.
- Grupo de climas templados húmedos, definido por temperatura media del mes más frío entre -3° y 18 °C y la del más caliente en 6.5 °C.
- Grupo de climas secos, en este caso los límites para determinar los climas secos y los húmedos se establece por medio de fórmulas que relacionan la participación anual con la temperatura y con el régimen de lluvias.
- Grupo de climas fríos, definido por temperatura media del mes más caliente en 6.5 °C.

El clima se refiere al conjunto de fenómenos meteorológicos que caracterizan el estado medio de la atmosfera en un punto de la superficie de la tierra. El clima de una región está controlado por una serie de elementos como temperatura, humedad, presión, vientos y precipitaciones, principalmente. Estos valores se obtienen a partir de la recopilación en forma sistemática y homogénea de la información meteorológica, durante periodos que se consideran suficientemente representativos, de 30 años o más. Factores como la latitud, longitud, continentalidad, relieve, dirección de los vientos, también determinan el clima de una región (INEGI; 2013).
México presenta una gran variedad de climas; áridos en el norte del territorio, cálidos húmedos y subhúmedos en el sur, sureste y climas fríos o templados en las regiones geográficas elevadas. Útil para comprender la dinámica del clima a nivel global y regional, caracterizar regiones hidrológicas, delimitación de zonas de riesgo hidro-meteorológico y planeación agrícola, entre otras aplicaciones.
En el estado de Oaxaca predominan los climas cálidos, desde los húmedos con lluvias todo el año hasta los subhúmedos con lluvias en verano y de menor humedad, en conjunto abarcan cerca del 47% de la superficie de la entidad; los semicálidos se producen en un 22% y presentan los mismos regímenes de lluvia y grado de humedad que los primeros; los templados, con iguales características, ocurren en alrededor de 20% del territorio oaxaqueños; los semisecos comprenden un 9%, los secos poco menos de 2% y los semifríos algo más de 0.5%.
El territorio de Oaxaca se encuentra situado en la zona intertropical, en la porción más cercana a la faja ecuatorial, ahí las temperaturas en general son altas, ya que los rayos solares llegan a la superficie con un ángulo de inclinación menor al de las demás áreas del planeta e inciden de manera vertical dos veces al año. Esta condición de altas temperaturas se ve modificada por la altitud, de tal forma que, del nivel del mar a cerca de los 1,000 m, lo cual corresponde a poco menos de la mitad del suelo oaxaqueños, las temperaturas medias anuales van de 30° a 22°C, dándoles el carácter de cálidas, tal como ocurre en el sur sobre toda la franja costera, en el istmo de Tehuantepec. A lo largo del límite con Veracruz-Llave y en los valles de los ríos Verde y su afluente al Guanana, Mixteco, Grande, Quíechapa y Salado, entre otros; a mayor altura sobre el nivel del mar, entre los 1,000 y 2,000 m en algo más de la cuarta parte de la entidad, se producen temperaturas medias anuales entre 22° y 18°C, así ocurre en los valles centrales de Oaxaca y en el noroeste, entre otros lugares;

de los 2,000 a los 3,000 m aproximadamente, las temperaturas medias anuales son más bajas, entre 18° y 12°C, corresponden a cerca de una quinta parte del territorio estatal, en las subprovincias Mixteca Alta, Sierras Centrales de Oaxaca, centro-norte y sur de las Sierras Orientales y el extremos sureste de la Cordillera Costera del Sur; por arriba de los 3,000 msnm, en las tierras más elevadas como las de los cerros Nube y Quiexobee, que apenas representan el 0.5%, se reportan temperaturas entre 12° y 8°C. A la disminución de la temperatura por altitud, se suma el relieve montañoso que aumenta la superficie de radiación y por esto la pérdida de calor.

TABLA IV. 4 TIPOS DE CLIMAS EN EL ESTADO DE OAXACA.

Cálido subhúmedo	47%
Seco y semiseco	11%
Cálido húmedo	22%
Templado subhúmedo	4%
Templado húmedo	16%

Fuente: INEGI, Carta de climas 1:1,000,000.

Esta variedad de climas y el predominio de unos sobre otros están relacionados con la interacción de los factores: latitud, altitud, relieve y distribución de tierras y mares, entre otros.

El clima en la región del sur de México es esencialmente de tipo monzónico, es decir, con una temporada seca y otra de lluvias. Como en gran parte del país, las temperaturas máximas ocurren en promedio entre mayo y octubre, mientras que las mínimas, más bajas, entre diciembre y febrero. En cada caso, la orografía juega un papel importante en la distribución de los campos de temperatura mínima y máxima, pero no es el único forzante, ya que las circulaciones locales, el uso de suelo y las partículas o humedad en el aire pueden generar efectos locales.

Como se ha mencionado, el proyecto se localiza en el municipio de San Andrés Dinicuiti, el territorio municipal presenta un rango de temperatura entre 16° y 22° con un rango de precipitación entre 700 – 800 mm. Solamente se identifican dos tipos de climas el primero cubriendo 83.53% de la superficie del municipio es un clima semicálido subhúmedo con lluvias en verano; el resto de la superficie municipal (16.42%) alberga clima templado subhúmedo con lluvias en verano (INEGI, 2010).

TABLA IV. 5 TIPOS DE CLIMAS EN EL MUNICIPIO DE SAN ANDRÉS DINICUITI.

Clima	Rango de temperatura	Rango de precipitación
Semicálido subhúmedo con lluvias en verano (83.53%) Templado subhúmedo con lluvias en verano (16.42%).	16° - 22°C	700 – 800 mm

Fuente: INEGI, 2010.

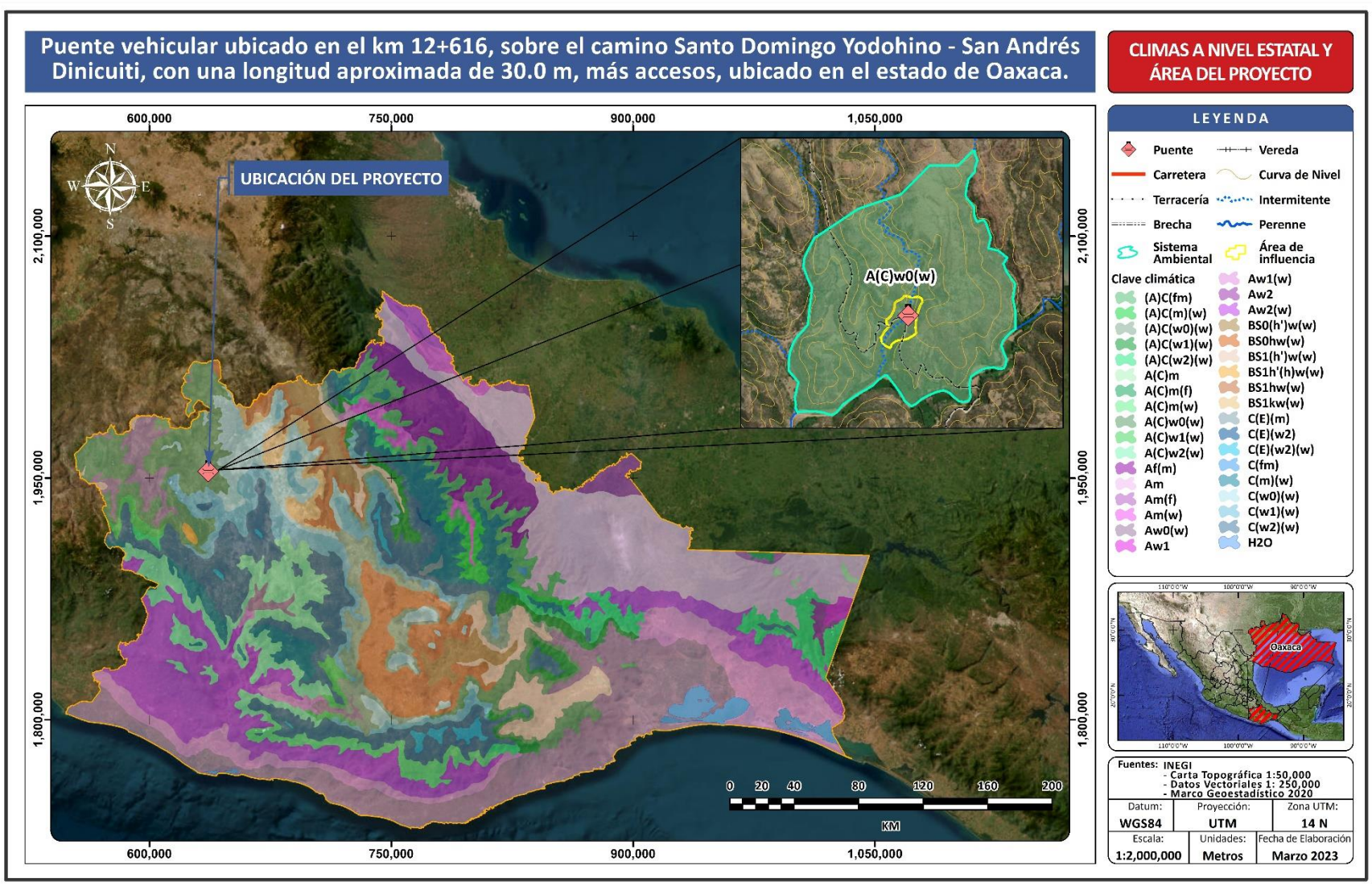
Para el SA y Área del Proyecto, se presenta un clima semicálido subhúmedo con la clave climatológica **A(C)w0(w)**, en la siguiente tabla se verifica la información.

TABLA IV. 6 TIPO DE CLIMAS EN EL SISTEMA AMBIENTAL Y ÁREA DEL PROYECTO.

Clima tipo	Descripción Temperatura	Descripción precipitación	Porcentaje (%)
A(C)w0(w)	Semicálido subhúmedo del grupo C, temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C.	Precipitación del mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano con índice P/T menor de 43.2 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.	100.00%

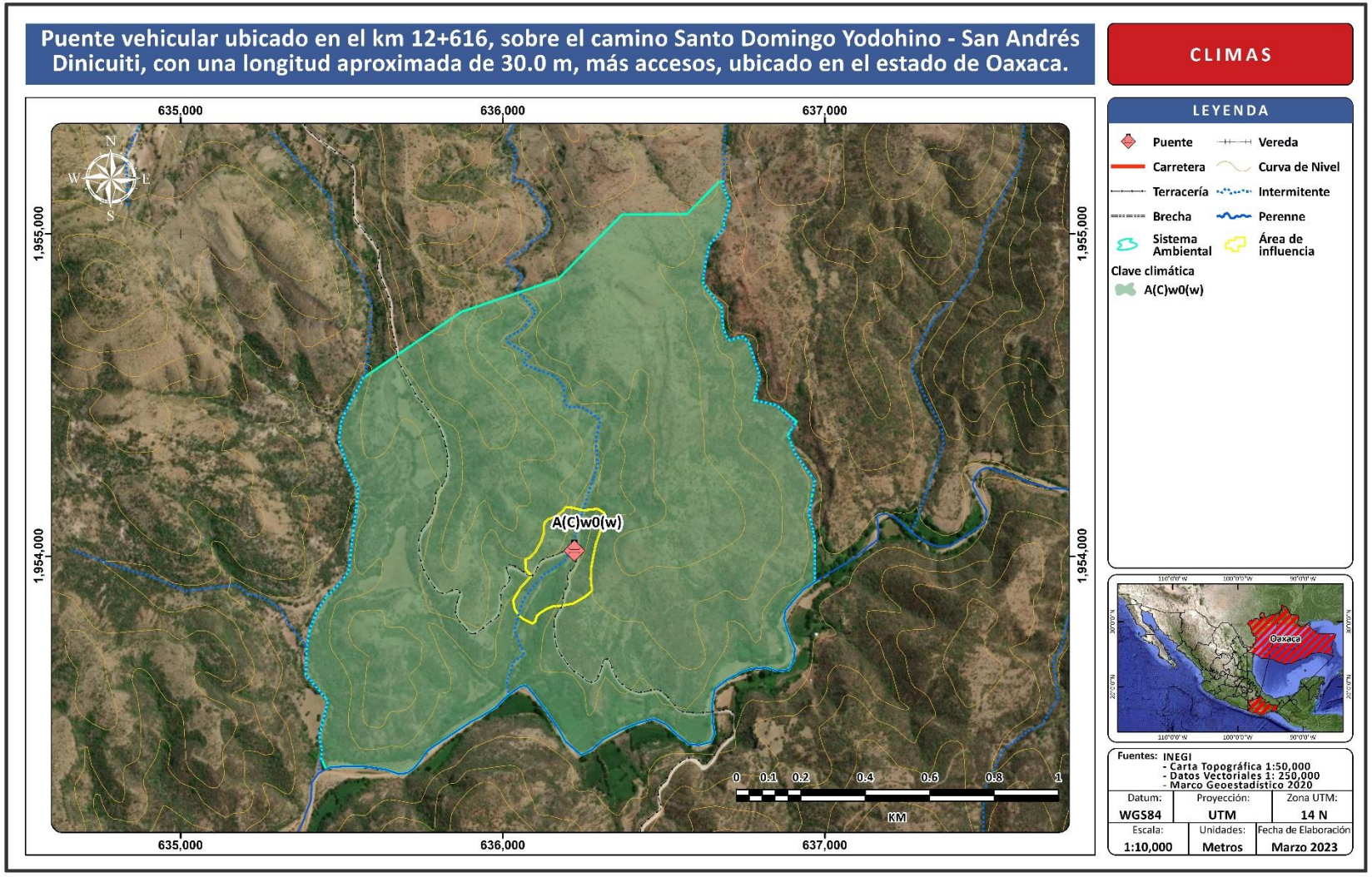
Fuente: SECIRA S.A. de C.V. 2023

IMAGEN IV. 5 TIPOS DE CLIMAS EN EL ESTADO DE OAXACA.



Fuente: SECIRA S.A. de C.V. 2023

IMAGEN IV. 6 TIPOS DE CLIMAS EN EL SA Y ÁREA DEL PROYECTO.



Fuente: SECIRA S.A. de C.V. 2023

De manera complementaria se muestra el climograma en el que se representa el comportamiento mensual de los parámetros temperatura y precipitación registradas por la Estación Meteorológica HUAJUAPAN DE LEÓN (20298), la cual cuenta con los registros estadísticos más completos del año 1982 al 2017, además en la estación meteorológica se presenta el mismo clima que en el trazo del proyecto.

La estación se localiza en las coordenadas geográficas 17°47'52" latitud norte y 97°45'05" longitud oeste, se eligió por su relación en cuanto a distancia del trazo del proyecto, a 15.5 km en dirección sur en línea recta, lo cual nos indica los datos más precisos de la temperatura y precipitación del municipio y SA del proyecto.

TEMPERATURA. En la siguiente tabla se puede observar las temperaturas medias para cada mes entre los años 1981 y 2017. En ella se aprecia que mayo es el mes más caliente con una media de 22.9°C, aunque el mes de abril es el que llega a tener las máximas más altas, registrando una de 32.7°C. El mes más frío es el de enero con un T media de 16.6°C.

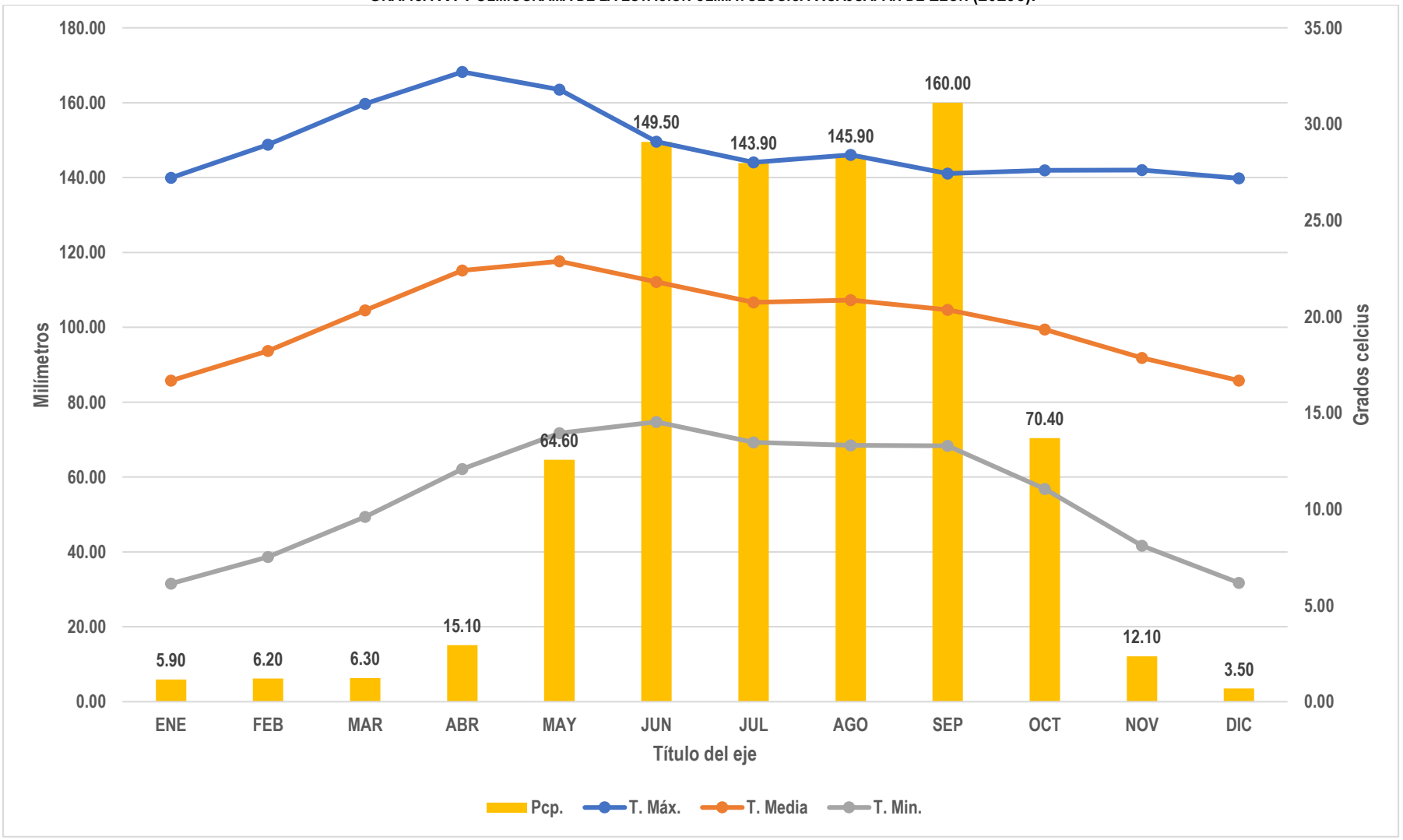
PRECIPTACIÓN. El promedio de precipitación anual para los años de observancia es de 783.4 mm. Se puede decir que dentro del municipio hay un largo periodo de seis meses (noviembre a abril) en donde casi no hay días de lluvia, la media de estos meses es de 8.18 mm. En los meses restantes se presenta la temporada de lluvias, siendo septiembre el mes más lluvioso seguido de junio.

TABLA IV. 7 NORMALES CLIMATOLÓGICAS DE LA ESTACIÓN HUAJUAPAN DE LEÓN (20298).

Servicio Meteorológico Nacional													
Normales Climatológicas													
Estado de: Oaxaca	LATITUD:	17°47'52" N	LONGITUD:	97°45'05" W	ESTACIÓN:	20298	Huajuapan de León		PERIODO:	1982-2018	ALTURA:	1,635 msnm.	OPERANDO
Elementos	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Temperatura Máxima													
NORMAL	27.22	28.93	31.06	32.71	31.79	29.08	28.01	28.41	27.43	27.60	27.61	27.18	28.92
AÑOS CON DATOS	37	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	
Temperatura Media													
NORMAL	16.67	18.22	20.33	22.40	22.87	21.81	20.74	20.86	20.36	19.33	17.86	16.67	19.84
AÑOS CON DATOS	37	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	
Temperatura Mínima													
NORMAL	6.13	7.51	9.60	12.09	13.95	14.53	13.47	13.31	13.28	11.05	8.10	6.17	10.77
AÑOS CON DATOS	37	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	
Precipitación													
NORMAL	5.90	6.20	6.30	15.10	64.60	149.50	143.90	145.90	160.00	70.40	12.10	3.50	783.40
AÑOS CON DATOS	37	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	

Fuente: Elaboración propia con datos de la CONAGUA, 2023.

GRÁFICA IV. 1 CLIMOGRAMA DE LA ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA HUAJUAPAN DE LEÓN (20298).



Fuente: Elaboración propia con datos de la CONAGUA, 2023.

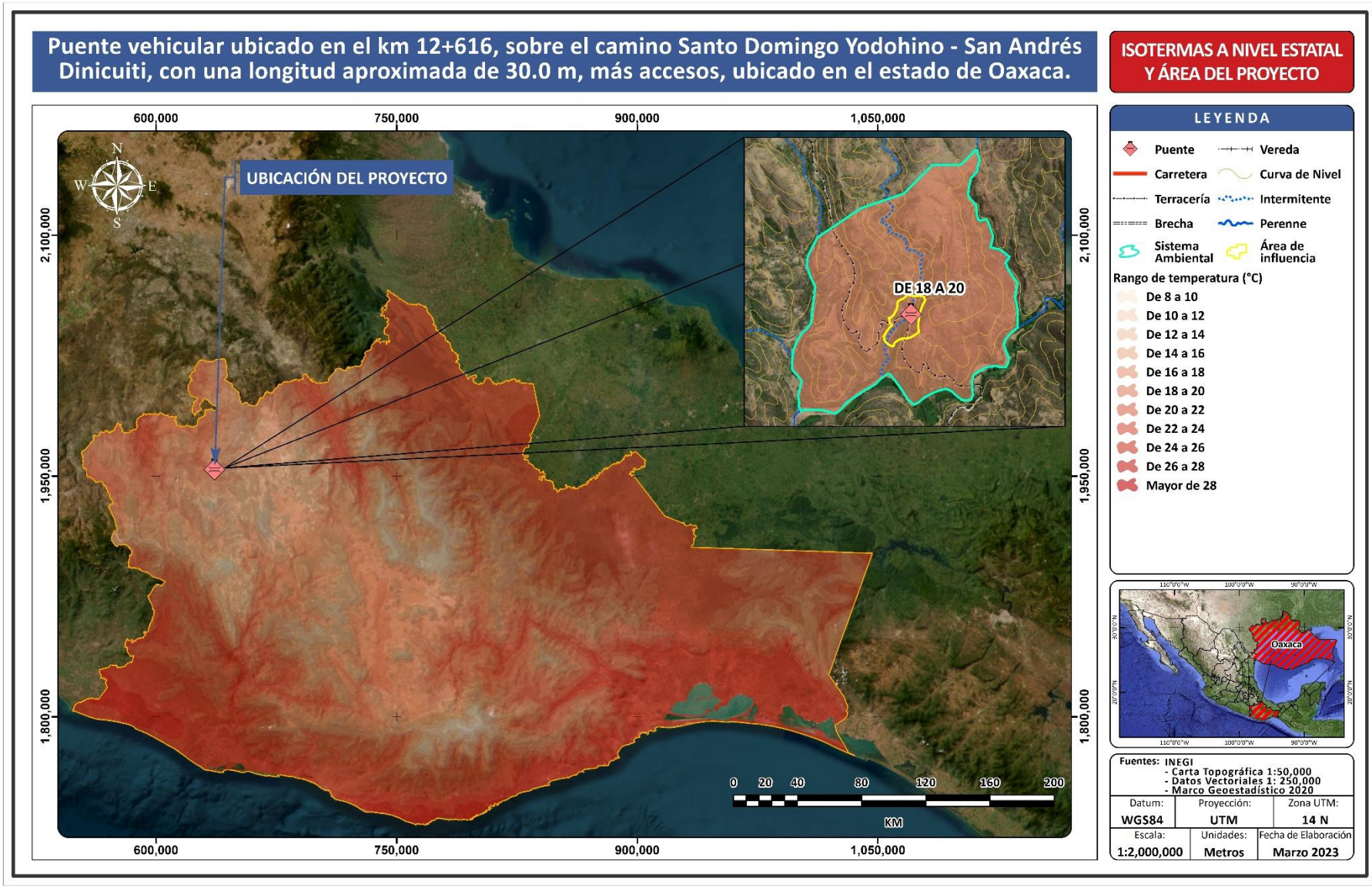
IV.2.1.2 Fenómenos climatológicos

Los fenómenos naturales son el resultado del desarrollo activo de la atmósfera del planeta en interacción con la superficie de los océanos y la evaporación de la vegetación de la tierra. Los fenómenos naturales son la manifestación extrema del funcionamiento cotidiano del planeta; el clima y la corteza terrestre son el origen de estas manifestaciones llamadas fenómenos naturales, interactuando a veces de manera conjunta y otras de manera separada, pero los fenómenos naturales, interactuando a veces de manera conjunta y otras de manera separada, pero los fenómenos naturales siempre serán el resultado de estas manifestaciones del planeta. Oaxaca es afectado por varios tipos de fenómenos hidrometeorológicos que pueden causar la pérdida de vidas humanas o daños materiales de consideración. Entre estos fenómenos se encuentran las sequias, lluvias, huracanes y ciclones tropicales, entre otros.

En Oaxaca prácticamente cada año ocurren inundaciones por desbordamiento de ríos y lluvias locales intensas, las cuales son cada vez más considerables debido a que existen modificaciones del terreno. La población se ubica en zonas aledañas a ríos y arroyos que pueden causarle posteriormente una inundación.

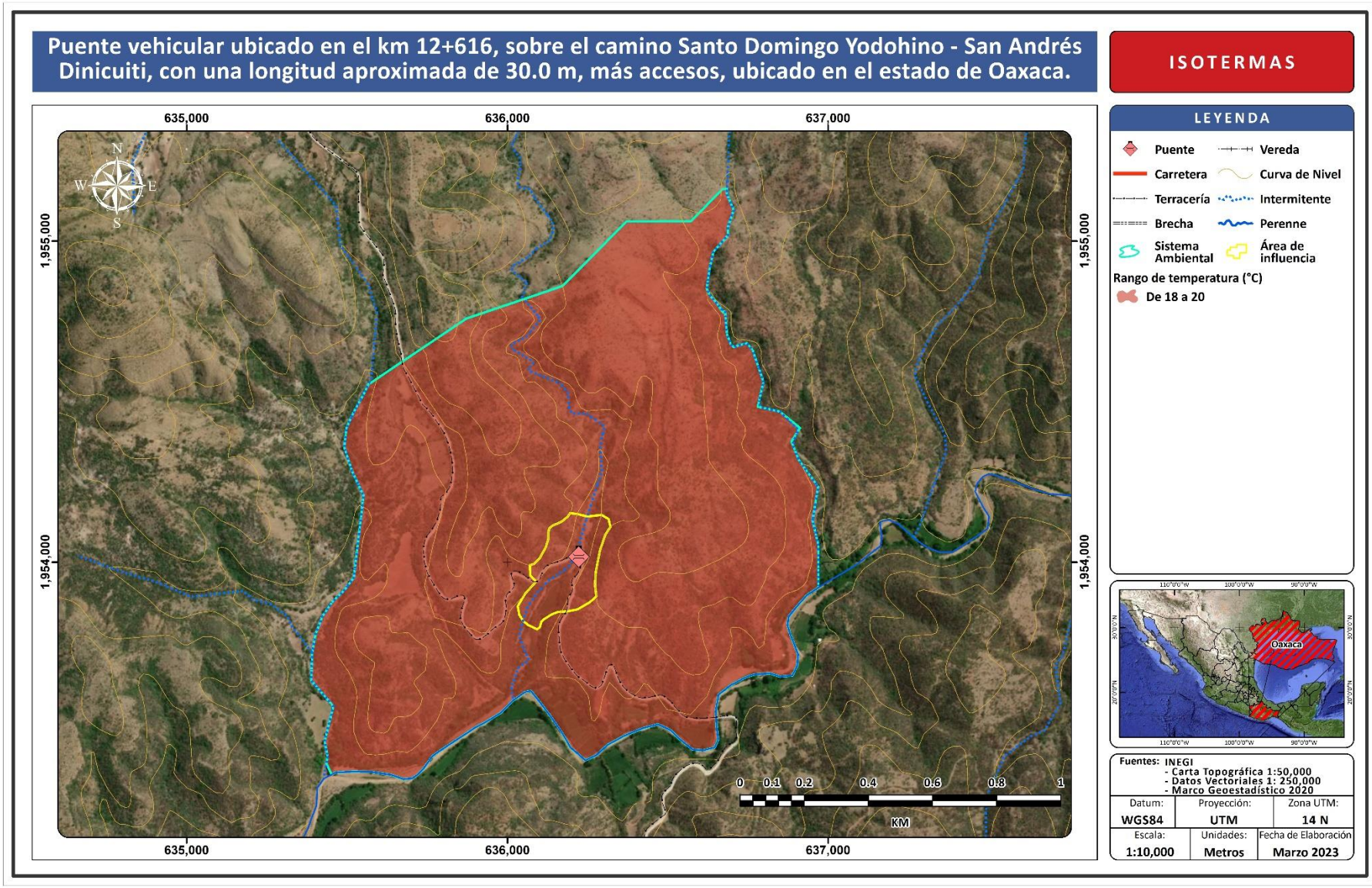
- TORMENTAS Y CICLONES TROPICALES. Los ciclones tropicales son tormentas violentas que se forman en el mar y que giran alrededor de una zona llamada centro, el cual, a su vez, se desplaza por el mar o tierra, donde se debilita el sistema. En México, la temporada de ciclones tropicales inicia a mediados de mayo en el océano Pacífico y para el Atlántico a finales de mayo; en ambos océanos la temporada termina a finales de noviembre. Los efectos de los ciclones tropicales son cuatro: viento, oleaje, marea de tormenta y precipitación; esta última genera a su vez, inundaciones e inestabilidad de laderas. Se ha observado que en los océanos Atlántico y Pacífico se presentan 34 ciclones tropicales en promedio, entre depresiones y tormentas tropicales, así como huracanes, de los cuales, 18 ocurre en el Pacífico y 16 en el Atlántico. De estos, anualmente cinco impacta a México, tres por el Pacífico y dos del Atlántico. Durante 1950 a 2017 han tocado tierra en el país 297 ciclones, los cuales en su mayoría son tormentas tropicales y solo seis alcanzaron la categoría de huracán V en la escala Saffir-Simpson. Las áreas más expuestas a huracanes categoría I o superiores son las costas. En el municipio de San Andrés Dinicuiti, no ocurren estos fenómenos, principalmente por su lejanía de la costa y su elevación (1,600 msnm).
- SEQUÍAS. Para el municipio del proyecto, este fenómeno se presenta en los meses de noviembre a abril, donde el promedio mensual de precipitación es de 8.18 mm y las temperaturas entre 16° y 22°C.
- INUNDACIONES. La entidad cuenta con 186 municipios que son considerados de alto riesgo, ya que en los últimos años se han presentado inundaciones. En lo que se refiere al municipio involucrado, estos presentan una vulnerabilidad baja a este tipo de fenómeno climatológico.
- SEQUÍAS Y HELADAS. Las sequías o heladas son “un conjunto de condiciones ambientales atmosféricas de baja humedad que se extienden durante un periodo suficientemente prolongado como para que la falta de lluvias cause un grave desequilibrio hidrológico y ecológico” (SEMARNAT, 2009). En el municipio del proyecto, en ningún punto del año las temperaturas descienden a valores lo suficientemente bajos como para considerar la llegada de estos eventos climatológicos.
- ISOTERMAS. Las isotermas son líneas que unen los puntos de igual temperatura. Dentro del SA hay una sola isoterma que va de los 18° a 20°C.
- ISOYETAS. Las isoyetas son conocidas como las líneas que delimitan zonas de igual registro de precipitación. Para el SA del proyecto se tiene una isoyeta, con un rango de 600-800 mm.

IMAGEN IV. 7 ISOTERMAS DEL ESTADO DE OAXACA.



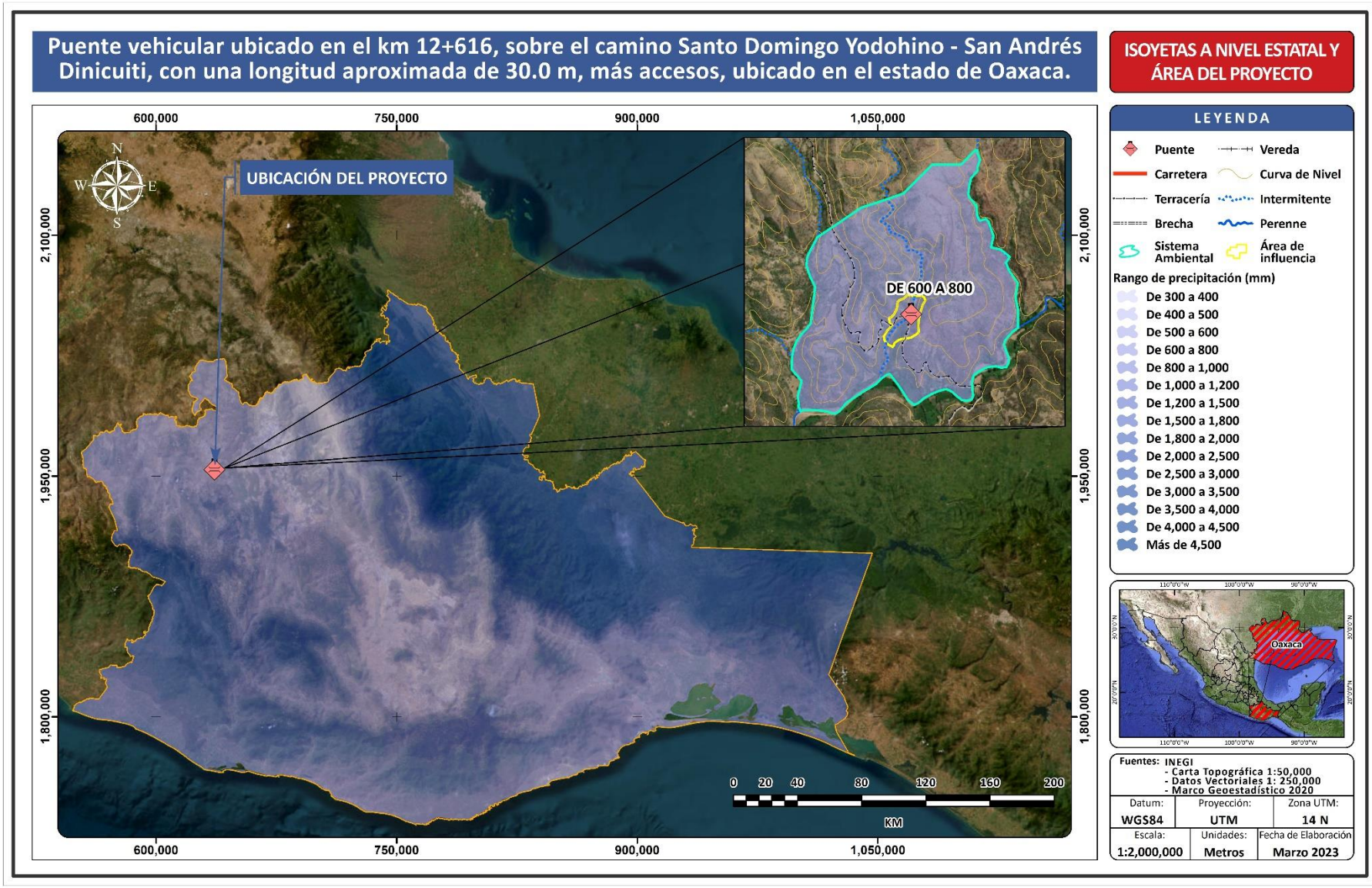
Fuente: SECIRA S.A. de C.V. 2023

IMAGEN IV. 8 ISOTERMAS DEL SA Y ÁREA DEL PROYECTO.



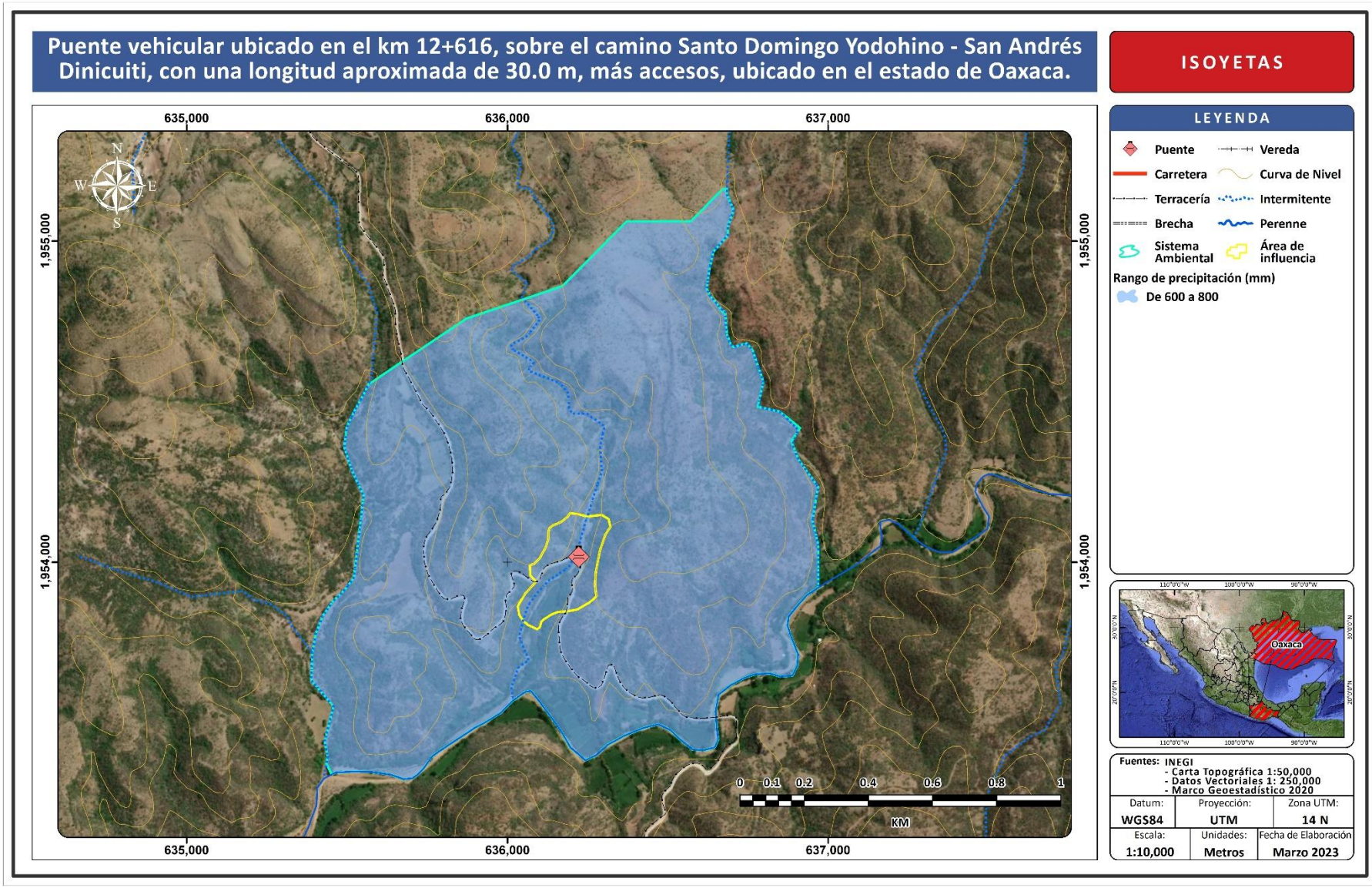
Fuente: SECIRA S.A. de C.V. 2023

IMAGEN IV. 9 ISOYETAS DEL ESTADO DE OAXACA.



Fuente: SECIRA S.A. de C.V. 2023

IMAGEN IV. 10 ISOYETAS DEL SA Y ÁREA DEL PROYECTO.



Fuente: SECIRA S.A. de C.V. 2023

IV.2.1.3 Fenómenos climatológicos ante el cambio climático

México es particularmente vulnerable al cambio climático por su posición geográfica y las condiciones socioeconómicas de la población. Por esto, en un contexto de incertidumbre climática, es prioritario seguir consolidando los procesos de adaptación ante las amenazas que enfrenta la población, las actividades económicas, la infraestructura y el sistema natural.

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) define al cambio climático como "cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natral del clima observada durante periodos de tiempo comparables", así la CMNUCC diferencia entre el cambio climático atribuirle a las actividades humanas que alteran la composición atmosférica y la variabilidad climática atribuiré a causas naturales (IPCC, 2014).

El análisis de la vulnerabilidad climática es un buen primer paso para generar estrategias de adaptación al cambio climático pues este permite identificar las principales amenazas climáticas en dicho territorio, los posibles problemas relacionados a estas amenazas y sobre todo identificar las causas subyacentes que pueden incrementar los impactos en la sociedad. Los fenómenos extremos asociados al clima como olas de calor, sequías, inundaciones, ciclones tropicales, entre otros, seguirán viéndose en incremento debido al cambio climático y revelan la vulnerabilidad de los ecosistemas y sistemas humanos.

En 2019, el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático realizó un análisis de tendencias mediante un modelo de regresión lineal para las series de temperatura y precipitación anuales registradas entre 1958-2010 por el Servicio Meteorológico Nacional a nivel estatal. Se registró un comportamiento de incremento para la Tmax (+0.094°C/año) y Tmin (+0.146°C/año) y uno de disminución para la precipitación (-2.268 mm/año), de estos cambios, solo Tmax y Tmin se consideran de significancia mientras que el de precipitación no. Esto quiere decir que hay un incremento anual en las temperaturas máximas y mínimas del estado.

En lo que se refiere a desastres naturales en general dentro del estado de Oaxaca, las tormentas han sido los eventos de desastres asociados al clima con mayor cantidad de recursos monetarios asignados en el estado por parte del FONDEN entre 1999-2018, con 6,183,135,744 MDP (Declaratorias de Desastres, 2019).

México ha adoptado la definición de vulnerabilidad al cambio climático del IPCC (2007) y la ha incorporado a su legislación nacional (por ejemplo, en la Ley General de Cambio Climático, LGCC). La vulnerabilidad se define como el grado en que los sistemas pueden verse afectados adversamente por el cambio climático, dependiendo de si estos son capaces o incapaces de afrontar los impactos negativos del cambio climático, incluyendo la variabilidad climática y los eventos extremos. De acuerdo con esta definición, la vulnerabilidad no solo depende de las condiciones climáticas adversas, sino también de la capacidad de la sociedad de anticiparse, enfrentar, resistir y recuperarse de un determinado impacto (IPCC, 2014-2018). La vulnerabilidad está en función del carácter, magnitud y velocidad de la variación climática a la que se encuentra expuesto un sistema, su sensibilidad y su capacidad adaptativa.

Por consiguiente, la vulnerabilidad de un sistema se define por la siguiente ecuación:

$$V = E + S - CA$$

Donde:
V = Vulnerabilidad
E = Exposición
S = Sensbilidad
CA = Capacidad Adaptativa

De acuerdo con la Ley General de Cambio Climático la vulnerabilidad se define como “el grado en que los sistemas pueden verse afectados adversamente por el cambio climático, dependiendo de si estos son capaces o incapaces de afrontar los impactos negativos del cambio climático, incluyendo la variabilidad climática y los eventos extremos”. La vulnerabilidad no solo depende de las condiciones climáticas adversas, sino también de la capacidad de la sociedad de anticiparse, enfrentar, resistir y recuperarse de un determinado impacto.

De acuerdo con el ANVCC se analizaron vulnerabilidades específicas relacionadas con el clima en un contexto nacional, de esta manera se hace evidente la vulnerabilidad diferencial en el territorio. A octubre de 2019, en su primera fase, el ANVCC2 cuenta con información de seis vulnerabilidades específicas: vulnerabilidad de asentamientos humanos a deslaves, inundaciones y al incremento potencial de la población de vectores portadores de dengue; vulnerabilidad de la producción ganadera a estrés hídrico e inundaciones; y vulnerabilidad de la producción forrajera a estrés hídrico. Todas estas vulnerabilidades utilizan un código de colores para determinar la probabilidad de ocurrencia de dicha vulnerabilidad dentro de un municipio; a continuación, se presenta el código de colores de cada una de las seis vulnerabilidades.

TABLA IV. 8 CÓDIGOS DE COLORES PARA LAS SEIS VULNERABILIDADES.

Vulnerabilidad de asentamientos humanos a inundaciones

Ningún riesgo	
Baja	
Media	
Alta	

Vulnerabilidad de la producción ganadera extensiva ante estrés hídrico

Ningún riesgo	
Baja	
Media	
Alta	

Vulnerabilidad de asentamientos humanos a deslaves

Ningún riesgo	
Baja	
Media	

Alta	

Vulnerabilidad de la producción forrajera ante estrés hídrico

Ningún riesgo	
Baja	
Media	
Alta	

Vulnerabilidad de la población al incremento en la distribución potencial del dengue

Ningún riesgo	
Baja	
Media	
Alta	

Vulnerabilidad de la producción ganadera extensiva a inundaciones

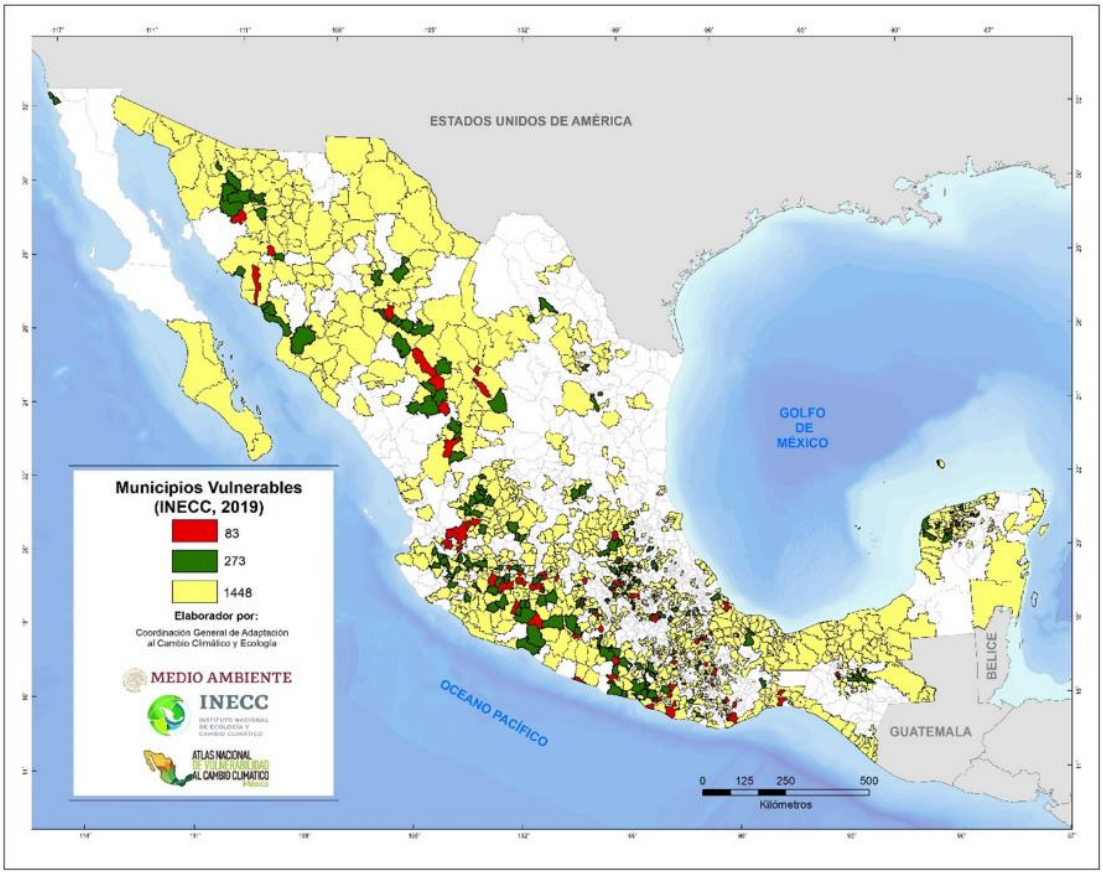
Ningún riesgo	
Baja	
Media	
Alta	

Fuente: INECC, 2019.

A partir de este sondeo el INECC identificó a los municipios más vulnerables al cambio climático en toda la República Mexicana. Una vez que se identificaron los municipios más vulnerables del país, se procedió a seccionarlos en tres distintos niveles (primero, segundo y tercero), mientras más alto el nivel hay una mayor presencia de vulnerabilidades o una mayor probabilidad de ocurrencia de alguna de estas.

Se identificaron 1,448 municipios de primer nivel los cuales presentan muy alta y alta vulnerabilidad para por lo menos una de las seis vulnerabilidades y un posible aumento de al menos otra de las seis vulnerabilidades a futuro. Para el segundo nivel se registraron 273 municipios que presentan tres vulnerabilidades en un grado alto y muy alto, y dos o más vulnerabilidades con un posible aumento a futuro. Para el tercer y último nivel se contabilizaron 83 municipios que cuentan con cuatro o más vulnerabilidades con alta o muy alta ocurrencia, más dos o más vulnerabilidades con un posible aumento a futuro. En la siguiente imagen se muestra el mapa de la República Mexicana y los municipios vulnerables.

IMAGEN IV. 11 MUNICIPIOS VULNERABLES EN LA REPÚBLICA MEXICANA.



Fuente: INECC, 2019.

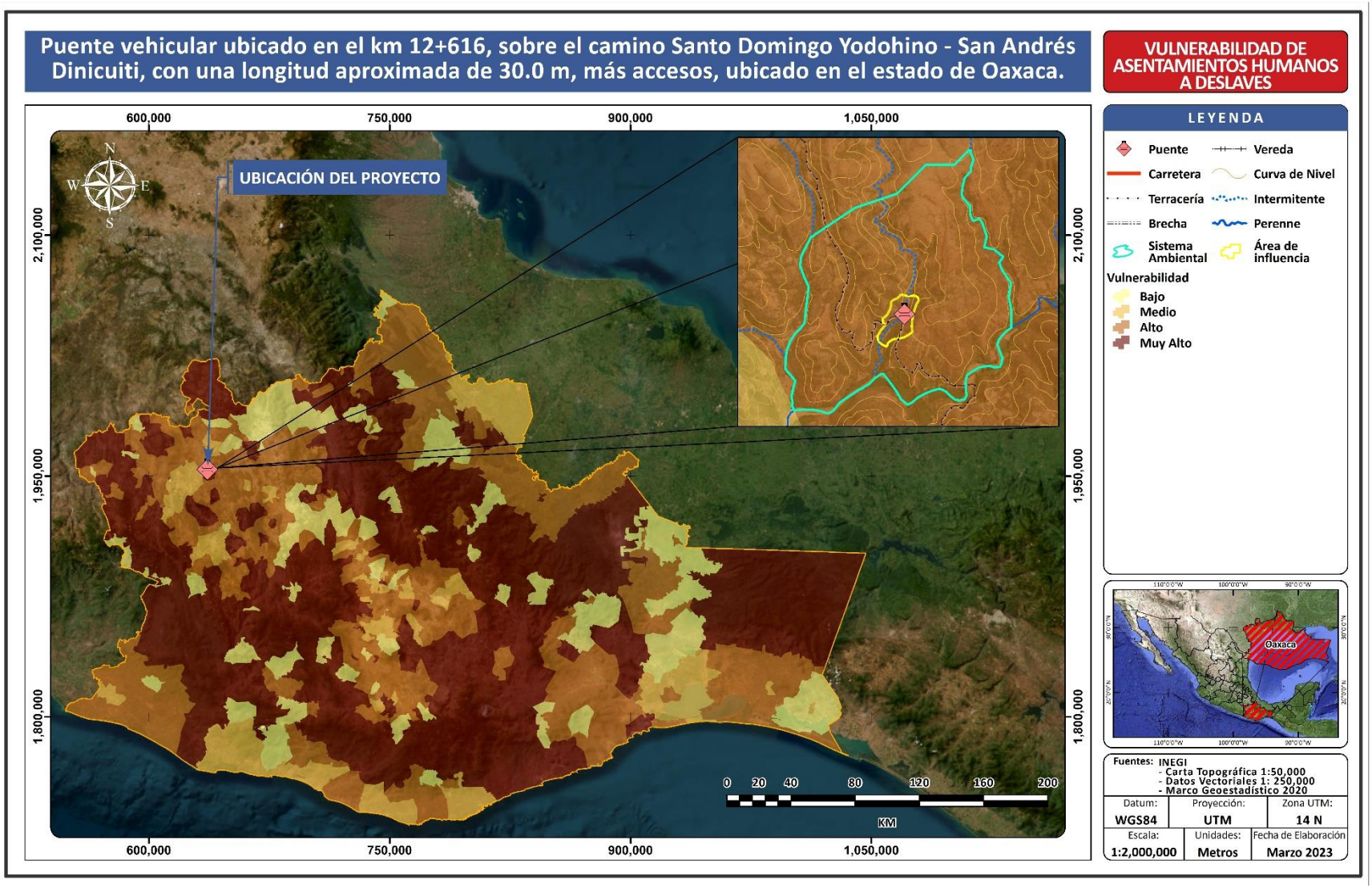
El municipio de San Andrés Dinicuiti se encuentra dentro del Primer Nivel, presentando la vulnerabilidad de asentamientos humanos a deslaves con una probabilidad de ocurrencia “Media alta” con potencial a ser alta en los próximos años. Las otras presentan una probabilidad “Media” o no presentan riesgo en lo absoluto.

TABLA IV. 9 VULNERABILIDADES PRESENTES EN EL MUNICIPIO DE SAN ANDRÉS DINICUITI.

Vulnerabilidad	Municipio
	San Andrés Dinicuiti
Vulnerabilidad de asentamientos humanos a inundaciones	Ningún riesgo
Vulnerabilidad de la producción ganadera extensiva ante estrés hídrico	Media Baja
Vulnerabilidad de asentamientos humanos a deslaves	Media alta
Vulnerabilidad de la producción forrajera ante estrés hídrico	Media
Vulnerabilidad de la población al incremento en la distribución potencial del dengue	Ningún riesgo
Vulnerabilidad de la producción ganadera extensiva a inundaciones	Ningún riesgo

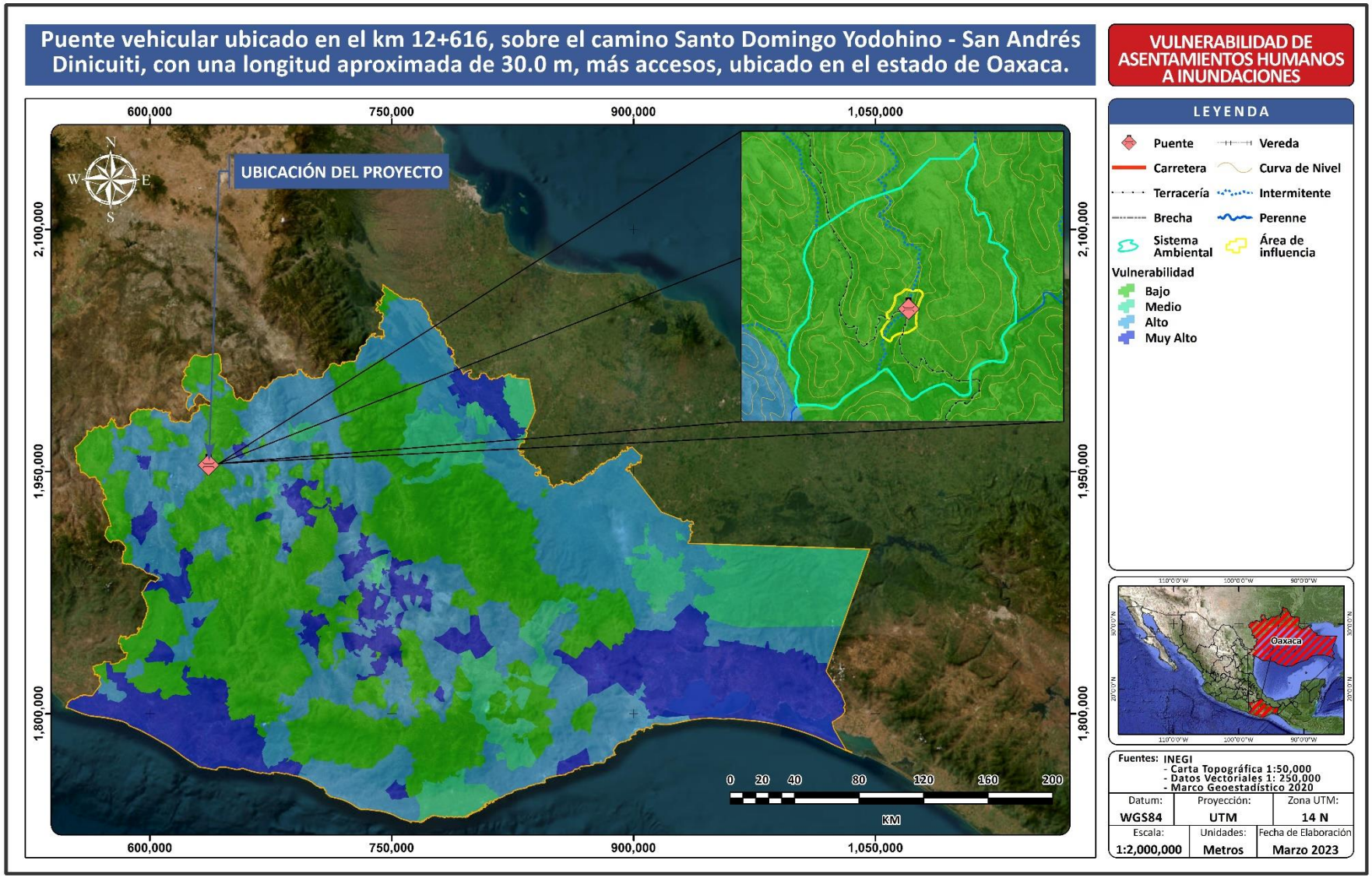
Fuente: INECC, 2019.

IMAGEN IV. 12 VULNERABILIDAD A DESLAVES.



Fuente: SECIRA S.A. de C.V. 2023

IMAGEN IV. 13 VULNERABILIDAD A INUNDACIONES.



Fuente: SECIRA S.A. de C.V. 2023

IV.2.2 Suelos

El suelo es la parte exterior de la corteza terrestre en donde las rocas se han desintegrado por efecto del intemperismo, formando una cubierta en la que vive una microbia, flora y fauna microbiana que, actuando como un verdadero laboratorio, transforman materia mineral en alimento de las plantas, para que puedan ser utilizadas posteriormente por los animales y los seres humanos. Es decir, el suelo es el recurso natural que, unido al agua en forma de lluvia o corrientes, permite el establecimiento de las actividades forestales, ganaderas y agrícolas. Así, el suelo se interpreta como el resultado de la interacción del clima, la roca madre, el drenaje, la topografía, los microorganismos y la vegetación a lo largo del tiempo.

El suelo posee diversas propiedades físicas, químicas y biológicas, que intervienen en el ecosistema en el que se encuentran. En el siguiente recuadro se enlistan algunas de las dichas propiedades.

TABLA IV. 10 PROPIEDADES DEL SUELO.

Físicas	Químicas	Biológicas
Estructura	Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)	Ciclo del nitrógeno: Mineralización Nitrificación Fijación de nitrógeno Desnitrificación
Profundidad	pH del Suelo	
Agua en el Suelo	Porcentaje de saturación de bases	
Disponibilidad de agua en el suelo	Nutrientes para las plantas	
Textura	Carbono orgánico del suelo	
Color	Nitrógeno del suelo	Ciclo del carbono
Consistencia	Salinización del suelo	
Porosidad	Alcalinización del suelo	
Densidad	Contenido de carbonato de calcio	
Movimiento del agua en el suelo	Contenido de carbonato de sodio	

Fuente: FAO, 2016.

En el período 1998–2006, la WRB se constituyó en la referencia de nomenclatura de suelos y clasificación de suelos oficial para la Comisión Europea y fue adoptada por la Asociación de Africa Occidental y Central de Ciencia del Suelo como la herramienta preferida para armonizar e intercambiar información de suelos en la región. El texto principal se tradujo a 13 idiomas (alemán, chino, español, francés, húngaro, italiano, japonés, letón, lituano, polaco, rumano, ruso y vietnamita) y fue adoptado como un nivel superior de los sistemas de clasificación de suelos en numerosos países (v.g. Italia, México, Noruega, Polonia y Vietnam) La segunda edición de la WRB ha experimentado una revisión mayor. Se introdujeron los Tecnosoles y Stagnosoles, llevando a 32 Grupos de Suelos de Referencia (GSR) en vez de 30.

La clasificación de suelos se basa en propiedades del suelo definidas en términos de horizontes, propiedades y materiales de diagnóstico, las que hasta el máximo posible deberían ser medibles y observables en el campo, se basa en propiedades del suelo definidas en términos de horizontes, propiedades y materiales de diagnóstico, las que hasta el máximo posible deberían ser medibles y observables en el campo (FAO, 2006).

TABLA IV. 11 GRUPOS DE SUELOS DE REFERENCIA DE LA WRB.

Descripción	Tipo
1. Suelos con gruesas capas orgánicas:	Histosoles
2. Suelos con fuerte influencia humana	
Suelos con uso agrícola prolongado e intensivo:	Antrosoles
Suelos que contienen muchos artefactos:	Tecnosoles
3. Suelos con enraizamiento limitado debido a permafrost o rocosidad somera	
Suelos afectados por hielo:	Criosoles
Suelos someros o extremadamente gravillosos:	Leptosoles
4. Suelos influenciados por agua	
Condiciones alternadas de saturación-sequía, ricos en arcillas expandibles:	Vertisoles
Planicies de inundación, marismas costeras:	Fluvisoles
Suelos alcalinos:	Solonetz
Enriquecimiento en sales por evaporación:	Solonchaks
Suelos afectados por agua subterránea:	Gleysoles
5. Suelos regulados por la química de Fe/Al	
Alofano o complejos Al-humus:	Andosoles
Queluviación y quiluviación:	Podzoles
Acumulación de Fe bajo condiciones hidromórficas:	Plintosoles
Arcilla de baja actividad, fijación de P, fuertemente estructurado:	Nitisoles
Dominancia de caolinita y sesquióxidos:	Ferralsoles
6. Suelos con agua estancada	
Discontinuidad textural abrupta:	Planosoles
Discontinuidad estructural o moderadamente textural:	Stagnosoles

Fuente: FAO, 2007.

Las cartas de edafología publicadas por INEGI en escala de 1:250,000 están basadas en la antigua nomenclatura de FAO/UNESCO, y cartográficamente se representan mediante polígonos que indican una combinación de subunidades de suelo arregladas de acuerdo con su dominancia en el terreno. Asociados a estas, se encuentra también una descripción de las limitantes físicas y/o químicas (fases) que los suelos presentan para las actividades agropecuarias.

IV.2.2.1 Clave para los grupos de Suelos de Referencia (GSR)

La Clave para los GSR en la WRB deriva de la Leyenda del Mapa de Suelos del Mundo. La historia detrás de las Claves para las Unidades Principales de Suelos del Mapa de Suelos del Mundo revela que está basada principalmente en la funcionalidad; la Clave fue concebida para derivar la clasificación correcta lo más eficientemente posible. La secuencia de Unidades Principales de Suelos era tal que el concepto central de los principales suelos aparecía casi en automático, especificando brevemente un número limitado de horizontes, propiedades o materiales de diagnóstico.

La siguiente tabla proporciona una apreciación general y lógica para la secuencia de GSR en la Clave de la WRB. Los GSR se asignan a conjuntos sobre la base de *identificadores dominantes*, es decir los factores o procesos formadores de suelos que más claramente condicionan la formación del suelo. El secuenciamiento de los grupos se hace de acuerdo con los siguientes principios:

- Primero salen de la clave los suelos orgánicos para separarlos de los suelos inorgánicos *(Histosoles)*.
- La segunda diferencia principal en la WRB es reconocer la *actividad humana* como un factor formador de suelos, de ahí la posición de los *Antrosoles* y *Tecnosoles* después de los *Histosoles*, también parece lógico que sigan los recientemente introducidos *Tecnosoles* cerca del principio de la Clave, por las siguientes razones:
- Se puede separar suelos que no debería tocarse (suelos tóxicos que deberían ser manipulados por expertos);
- Se obtiene un grupo homogéneo de suelos en *materiales extraños*;
- Los políticos y tomadores de decisiones que consulten la Clave van a encontrar inmediatamente estos suelos problemáticos.
- Luego siguen los suelos con limitación severa para enraizamiento *(Criosoles y Leptosoles)*.
- Luego sigue un conjunto de GSR que están o han estado fuertemente influenciados por agua: *Vertisoles, Fluvisoles, Solonetz, Solonchaks* y *Gleysoles*.
- El conjunto siguiente de suelos agrupa los GSR en los cuales la química del hierro (Fe) y/o aluminio (Al) juega un rol principal en su formación: *Andosoles, Podzoles, Plintosoles, Nitisoles* y *Ferralsoles*.
- Luego sigue un conjunto de suelos con agua "colgada": *Planosoles* y *Stagnosoles*.
- El agrupamiento siguiente comprende suelos que ocurren principalmente en regiones de estepa y tienen un suelo superficial rico en humus y alta saturación con bases: *Chernozems, Kastanozems* y *Phaeozems*.
- El conjunto siguiente comprende suelos de regiones secas con acumulación de yeso *(Glipsisoles)*, sílice *(Durisoles)* o carbonato de calcio *(Calcisoles)*.
- Luego sigue un conjunto de suelos con un subsuelo rico en arcilla: *Albeluvisoles, Alisoles, Acrisoles, Luvisoles* y *Lixisoles.*
- Finalmente se agrupan suelos relativamente jóvenes con muy poco o ningún desarrollo de perfil, o arenas muy homogéneas: *Ubrisoles, Arenosoles, Cambisoles* y *Regosoles*.

TABLA IV. 12 CLAVE RACIONALIZADA PARA LOS GRUPOS DE SUELOS DE REFERENCIA DE LA WRB.

1. Suelos con gruesas capas orgánicas:	Histosoles
2. Suelos con fuerte influencia humana	
Suelos con uso agrícola prolongado e intensivo:	Antrosoles
Suelos que contienen muchos artefactos:	Tecnosoles
3. Suelos con enraizamiento limitado debido a permafrost o rocosidad somera	
Suelos afectados por hielo:	Criosoles
Suelos someros o extremadamente gravillosos:	Leptosoles
4. Suelos influenciados por agua	
Condiciones alternadas de saturación-sequía, ricos en arcillas expandibles:	Vertisoles
Planicies de inundación, marismas costeras:	Fluvisoles
Suelos alcalinos:	Solonetz
Enriquecimiento en sales por evaporación:	Solonchaks
Suelos afectados por agua subterránea:	Gleysoles
5. Suelos regulados por la química de Fe/Al	
Alofano o complejos Al-humus:	Andosoles
Queluviación y quiluviación:	Podzoles
Acumulación de Fe bajo condiciones hidromórficas:	Plintosoles
Arcilla de baja actividad, fijación de P, fuertemente estructurado:	Nitisoles
Dominancia de caolinita y sesquióxidos:	Ferralsoles

6. Suelos con agua estancada	
Discontinuidad textural abrupta:	Planosoles
Discontinuidad estructural o moderadamente textural:	Stagnosoles
7. Acumulación de materia orgánica, alta saturación con bases	
Típicamente mólico:	Chernozems
Transición a clima más seco:	Kastanozems
Transición a clima más húmedo:	Phaeozems
8. Acumulación de sales menos solubles o sustancias no salinas	
Yeso:	Gipsisoles
Sílice:	Durisoles
Carbonato de calcio:	Calcisoles
9. Suelos con subsuelo enriquecido en arcilla	
Lenguas albelúvicas:	Albeluvisols
Baja saturación con bases, arcillas de alta actividad:	Alisoles
Baja saturación con bases, arcillas de baja actividad:	Acrisols
Alta saturación con bases, arcilla de alta actividad:	Luvisols
Alta saturación con bases, arcilla de baja actividad:	Lixisoles
10. Suelos relativamente jóvenes o suelos con poco o ningún desarrollo de perfil	
Con suelo superficial oscuro acídico:	Umbrisols
Suelos arenosos:	Arenosols
Suelos moderadamente desarrollados:	Cambisoles
Suelos sin desarrollo significativo de perfil:	Regosoles

Fuente: IUSS Grupo de Trabajo de la WRB, 2007.

IV. 2.2.1.1 Nivel de Calificador

En la WRB se distingue entre calificadores típicamente asociados, intergrados y otros calificadores. Los calificadores típicamente asociados se refieren en la Clave al GSR particular, por ejemplo: Hidrágrico o Plágico para los Antrosoles. Los calificadores integrados son aquellos que reflejan criterios de diagnóstico importantes de otro GSR. La Clave de la WRB dicta la elección del GSR y en este caso, el calificador integrado proporciona el puente hacia otro GSR. Otros calificadores tales como color, saturación con bases, y otras propiedades físicas y químicas siempre que no sean utilizadas como un calificador típicamente asociado a ese grupo particular.

Principios y uso de calificadores en la WRB. Se usa un sistema de dos rangos para el nivel de calificadores, que comprende:

- Calificadores grupo I: *calificadores típicamente asociados y calificadore intergrados*; la secuencia de los calificados intergrados sigue la de los GSR en la Clave de la WRB, con la excepción de los Arenosoles; este intergrado se ordena con los calificadores grupo II texturales. Háplico cierra la lista de calificadores grupo I, indicando que no aplican calificadores típicamente asociados ni intergrados.
- Calificadores grupo II: *otros calificadores*, ordenados como sigue (1) calificadores relacionados con horizontes, propiedades o materiales de diagnóstico; (2) calificadores relacionados con características químicas; (3) calificadores relacionados con características físicas; (4) calificadores relacionados con características mineralógicas; (5) calificadores relacionados con características superficiales; (6) calificadores relacionados con características textuales, incluyendo fragmentos gruesos; (7) calificadores relacionados con color; y (8) calificadores restantes.

IV.2.2.2 Estado de Oaxaca, SA y Área del Proyecto

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 suelo con desarrollo moderado (feozems, cambisoles, catañozems) 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 de suelos como feozems, rendzinas, castañozems y algunas subunidades húmicas de acrisoles y cambisoles. Las unidades de suelo presentes en el estado por orden de dominancia son: Regosol, Litosol, Cambisol, Acrisol, Luvisol, Feozem, Rendzina, Vertisol, Solonchak, Castañozem, Nitosl, Fluvisol y Gleysol.

El municipio de San Andrés Dinicuiti cuenta con una diversa clasificación de suelos, principalmente por la ubicación geográfica. Dentro del municipio se presenta en su gran mayoría de la superficie suelos de tipo Phaeozem 70.48% del área municipal, seguido de Leptosoles (21.02% superficie municipal), Calcisoles (4.89%), Fluvisoles (1.99%) y en menor medida los vertisoles (1.62%). Para el Área del Proyecto, hay una dominancia de Phaeozem con la clave PHlen+CMeulen+RGeulen/2. Pero en la porción sur del SA se presentan suelos tipo Fluvisol.

TABLA IV. 13 SUELOS PRESENTES EN EL ÁREA DEL PROYECTO.

CLAVE	SUELO 1	SUBSUELO 1	SUELO 2	SUBSUELO 2	PORCENTAJE (%)
PHlen+CMeulen+RGeulen/2	Phaeozem	Endoléptico	Cambisol	Eutrico (eu)	100.00%

Fuente: SIGEIA, 2023.

Phaeozem

Del griego *phaios*, oscuro y del ruso *zemlja*, tierra, haciendo alusión al color oscuro de su horizonte superficial, por el alto contenido de materia orgánica.

Estos suelos suelen asociarse a regiones con climas húmedos para que existan procesos de lavado, pero también debe haber una estación seca. Puede ir de cálido a frío y van de la zona templada a las tierras altas tropicales. La vegetación suele ser de matorral tipo estepa o de bosque. Son suelos fértiles y soportan una variedad de cultivos de secano y regadío; los pastizales también son comunes en estos suelos. Limitados por inundaciones y la erosión.

Phaeozem léptico: Presenta roca continua y dura entre 25 y 100 cm desde la superficie del suelo.
Endoléptico: Cuando la roca está entre 50 y 100 cm.

Fluvisol

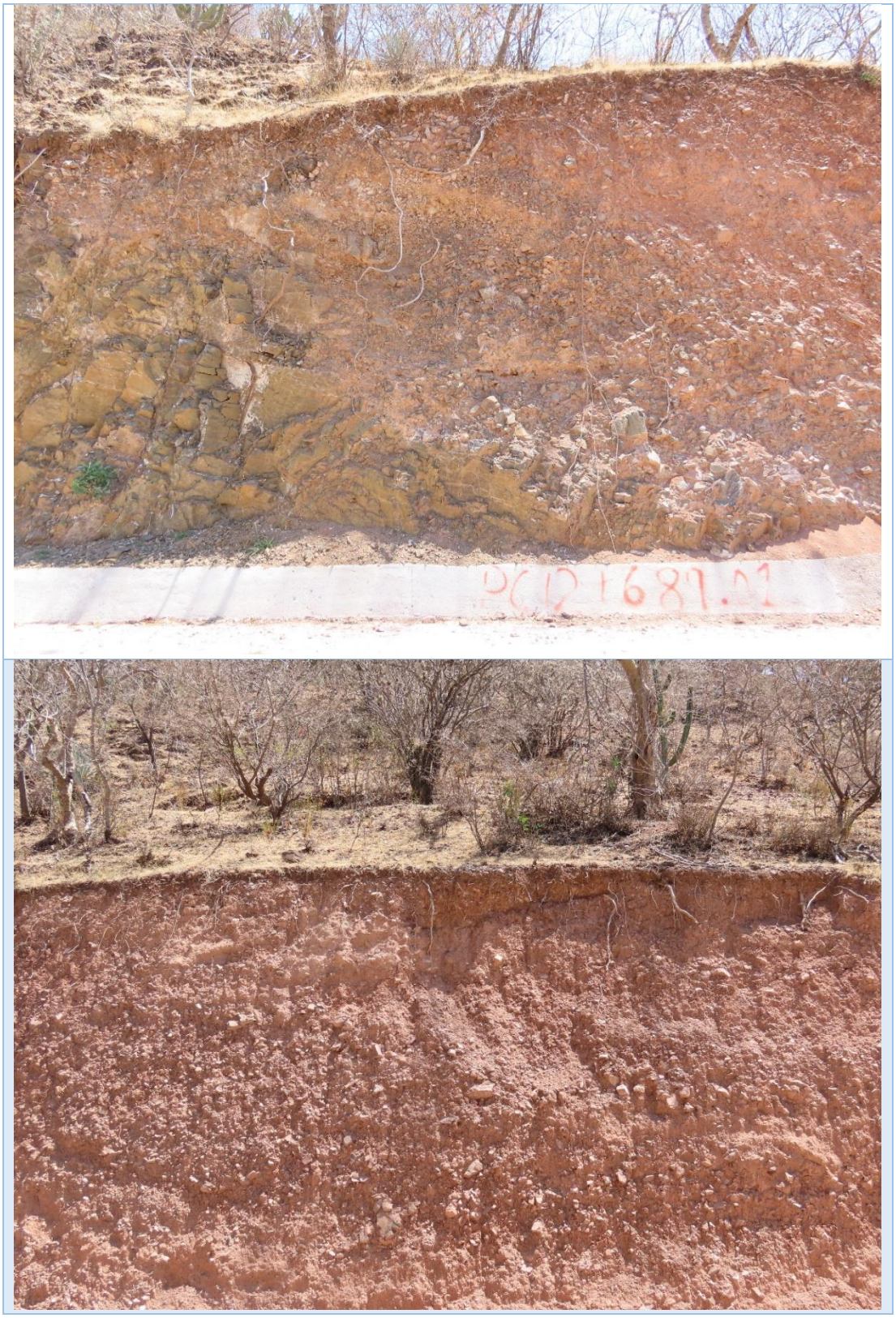
Del latín *fluvius*, río, haciendo referencia a que estos suelos se desarrollan sobre depósitos aluviales.

Ocurren en áreas que se inundan periódicamente y en cualquier zona climática. Son útiles para cultivos de consumo, huertas y pastos, aunque por lo general se requiere un control externo para las inundaciones, drenajes artificiales y que se utilicen bajo regadío. Cuando se drenan, los Fluvisoles tiónicos sufren una fuerte acidificación acompañada de elevados niveles de aluminio.

FOTOGRAFÍA IV. 1 SUELOS PRESENTES EN EL ÁREA DEL PROYECTO.

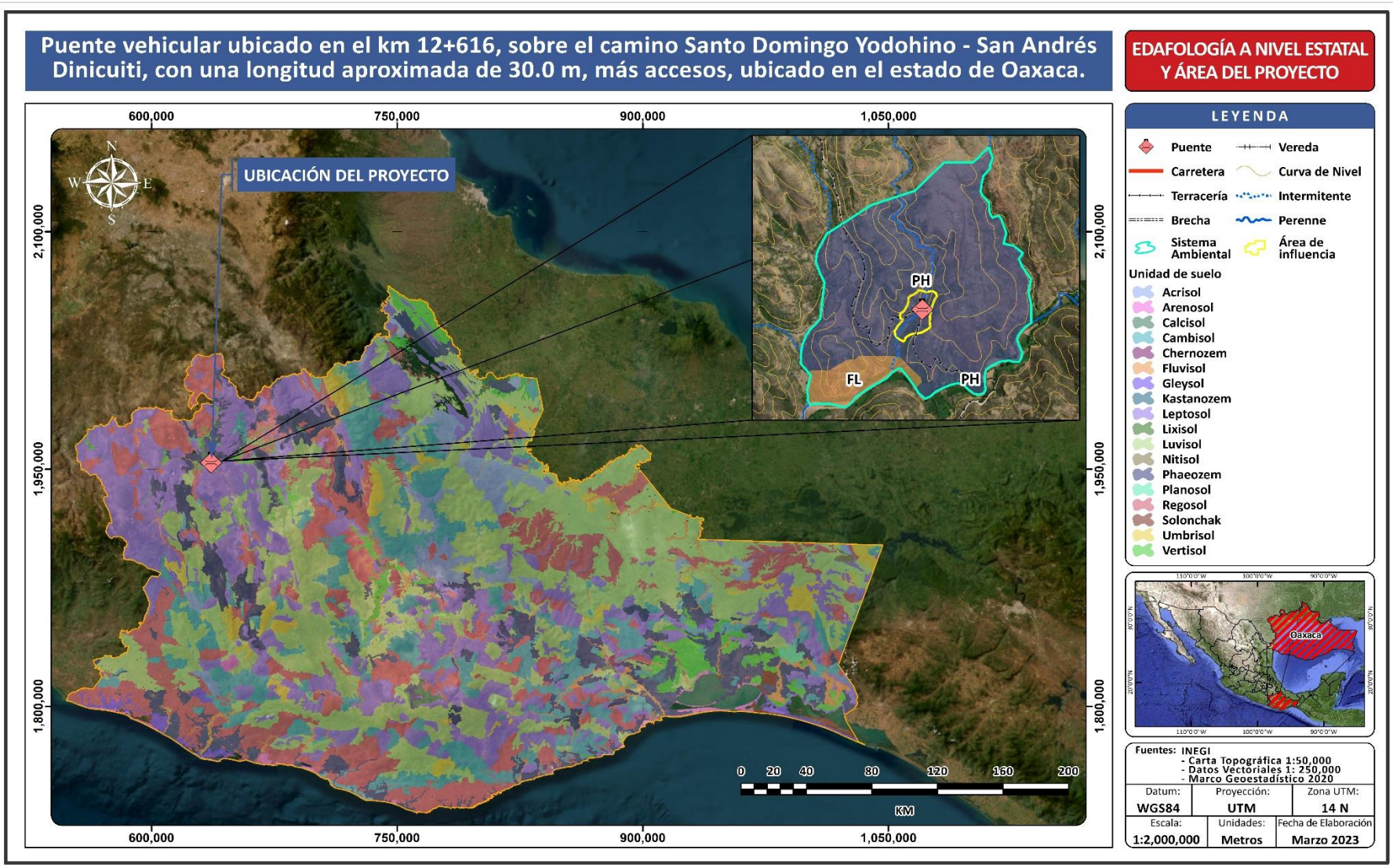






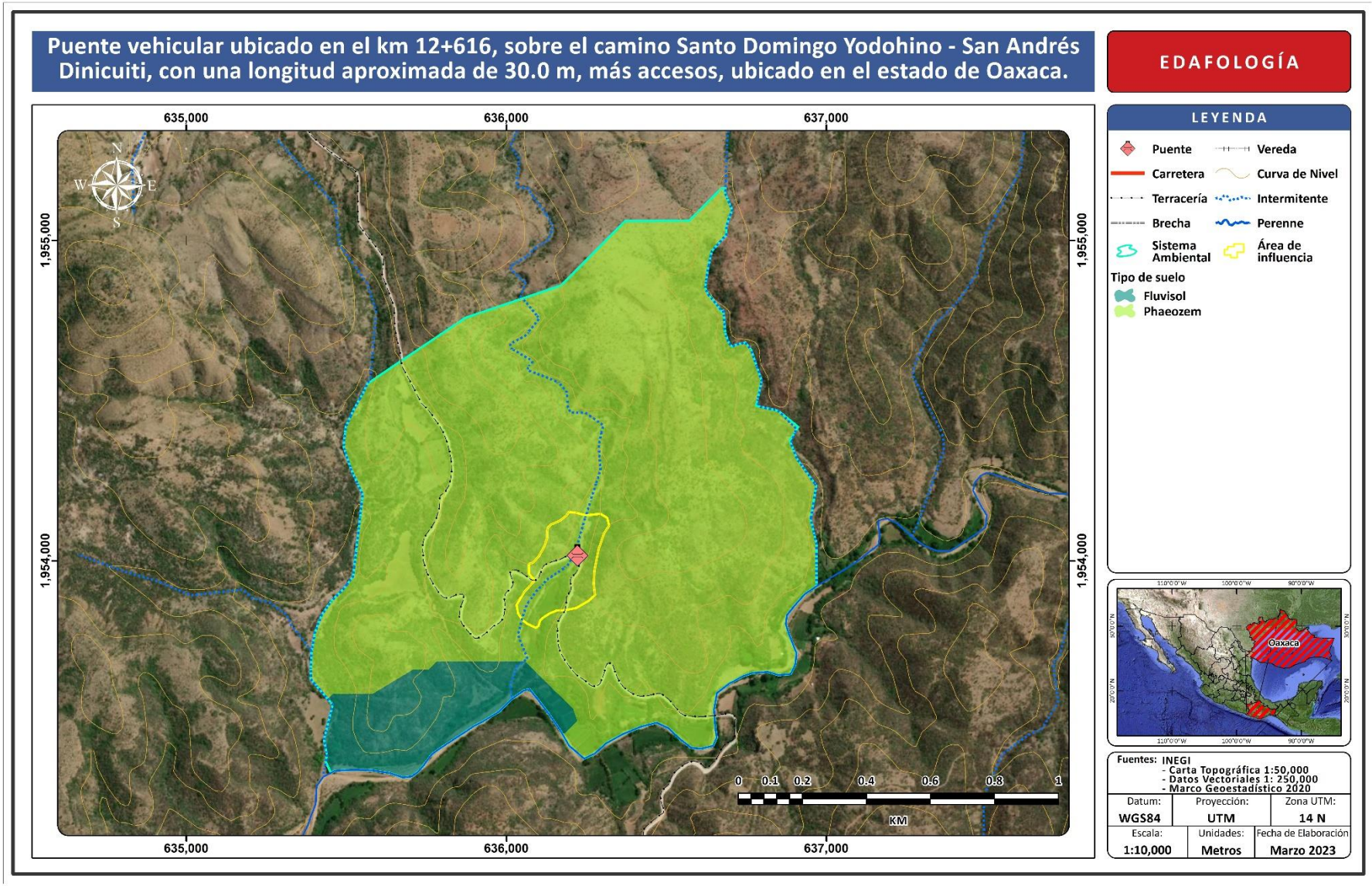
Fuente: SECIRA S.A. de C.V. 2023

IMAGEN IV. 14 EDAFOLOGÍA EN EL ESTADO DE OAXACA.



Fuente: SECIRA S.A. de C.V. 2023

IMAGEN IV. 15 EDAFOLOGÍA EN EL SA Y ÁREA DEL PROYECTO.



Fuente: SECIRA S.A. de C.V. 2023

IV.2.3 Geomorfología

La geomorfología es la rama de la geología y geografía que estudia las formas de la superficie terrestre y los procesos que las generan. El relieve es uno de los elementos del paisaje natural que permite diferenciar el territorio en ámbitos ecológicos con cierta homogeneidad. Condiciona la movilidad del flujo de materia y energía e induce en gran medida la distribución de las comunidades vegetales, el potencial de las actividades productivas y la ubicación preferente de los asentamientos humanos.

Con fines metodológicos, el territorio nacional puede subdividirse agrupando regiones que tengan un mismo origen geológico, con paisajes y tipos de rocas semejantes en la mayor parte de su extensión y con geoformas similares. Las zonas así diferenciadas se les reconoce como Provincias Fisiográficas. En México se han reconocido 15 Provincias Fisiográficas.

TABLA IV. 14 PROVINCIAS FISIOGRÁFICAS DE MÉXICO.

I.	Península de Baja California	VIII.	Llanura Costera del Golfo Norte
II.	Llanura Sonorense	IX.	Mesa del Centro
III.	Sierra Madre Occidental	X.	Eje Neovolcánico
IV.	Sierras y Llanuras del Norte	XI.	Península de Yucatán
V.	Sierra Madre Oriental	XII.	Sierra Madre del Sur
VI.	Grandes Llanuras de Norteamérica	XIII.	Llanura Costera del Golfo Sur
VII.	Llanura Costera del Pacífico	XIV.	Sierras de Chiapas y Guatemala

Fuente: SECIRA S.A. de C.V. 2023

San Andrés Dinicuiti se asienta sobre la Provincia Fisiográfica Sierra Madre del Sur (100%) y a su vez sobre la Subprovincia Mixteca Alta (100%), se presentan una variedad de sistemas de topoformas aunque dominan dos dentro del municipio, mesetas de aluvión antiguo (41.02% de la superficie municipal) y lomeríos con cañadas (38.34% de la superficie).

TABLA IV. 15 FISIOGRAFÍA DEL MUNICIPIO DE SAN ANDRÉS DINICUITI.

PROVINCIA	SUBPROVINCIA	SISTEMA DE TOPOFORMAS	Porcentaje (%)
Sierra Madre del Sur	Mixteca Alta	Meseta de aluvión antiguo	41.02%
		Lomerío con cañadas	38.34%
		Sierra baja compleja con cañadas	14.95%
		Valle de laderas tendidas con lomerío	4.54%
		Sierra baja compleja	1.15%

Fuente: INEGI, 2010.

A su vez el SA y Área del Proyecto se ubican sobre la Provincia Fisiográfica Sierra Madre del Sur y la Subprovincia Mixteca Alta.

TABLA IV. 16 FISIOGRAFÍA DEL SA Y ÁREA DEL PROYECTO.

PROVINCIA	SUBPROVINCIA	SISTEMA DE TOPOFORMAS	Porcentaje (%)
Sierra Madre del Sur	Mixteca Alta	Lomerío con cañadas	100%
		Total	100.00%

Fuente: SECIRA S.A. de C.V. 2023

Provincia Fisiográfica Sierra Madre del Sur

Comprende 79.82% del territorio estatal, penetra por el costado oeste y llega hasta las proximidades de Salina Cruz, Santo Domingo, Tehuantepec, Magdalena Tlacotepec, San Juan Guichicovi y San Juan Lalana. En gran parte de esta prevalecen los climas cálidos y semicálidos subhúmedos, aunque en terrenos planos como los Valles Centrales de Oaxaca los climas que predominan son semisecos semicálidos y templados.

Subprovincia Mixteca Alta

Solo abarca el 6.97% del área estatal. Colinda al norte con las subprovincias Sur de Puebla y Sierra Centrales de Oaxaca, con esta misma al oriente; al sur y oeste con la subprovincia Cordillera Costera del Sur.

La Mixteca Alta presenta un núcleo constituido por una sierra baja compleja de aluviones continentales antiguos y rocas metamórficas gneis. Alcanza altitudes superiores a los 2,400 m y se encuentra rodeada por lomeríos escarpados que incluye materiales metamórficos gneis, ígneos intrusivos ácidos y sedimentarios continentales por el este, oeste y norte. Al occidente tiene una franja, orientada norte-sur, de llanura con lomeríos; y al norte, un valle de laderas tendidas; además, hay otros sistemas de topoformas: lomerío con cañada y lomerío con llanuras. En el extremo este corre de norte a sur el valle de Santo Domingo Yanhuitlán, zona muy severamente afectada por procesos erosivos debidos al mal uso durante tres siglos. En la región radica una problemática ambiental debido a la intensa actividad antropogénica tales como el cambio de uso de suelo para agroindustrias, granjas porcinas y campos de agricultura, contaminación de suelos y mantos freáticos, sobrepastoreo, deforestación, desertificación y erosión de suelos. Dichos problemas desatan un deterioro natural, económico y social que va de la mano de problemas sociales como la marginación y pobreza.

FOTOGRAFÍA IV. 2 RELIEVE PRESENTE EN EL ÁREA DEL PROYECTO.



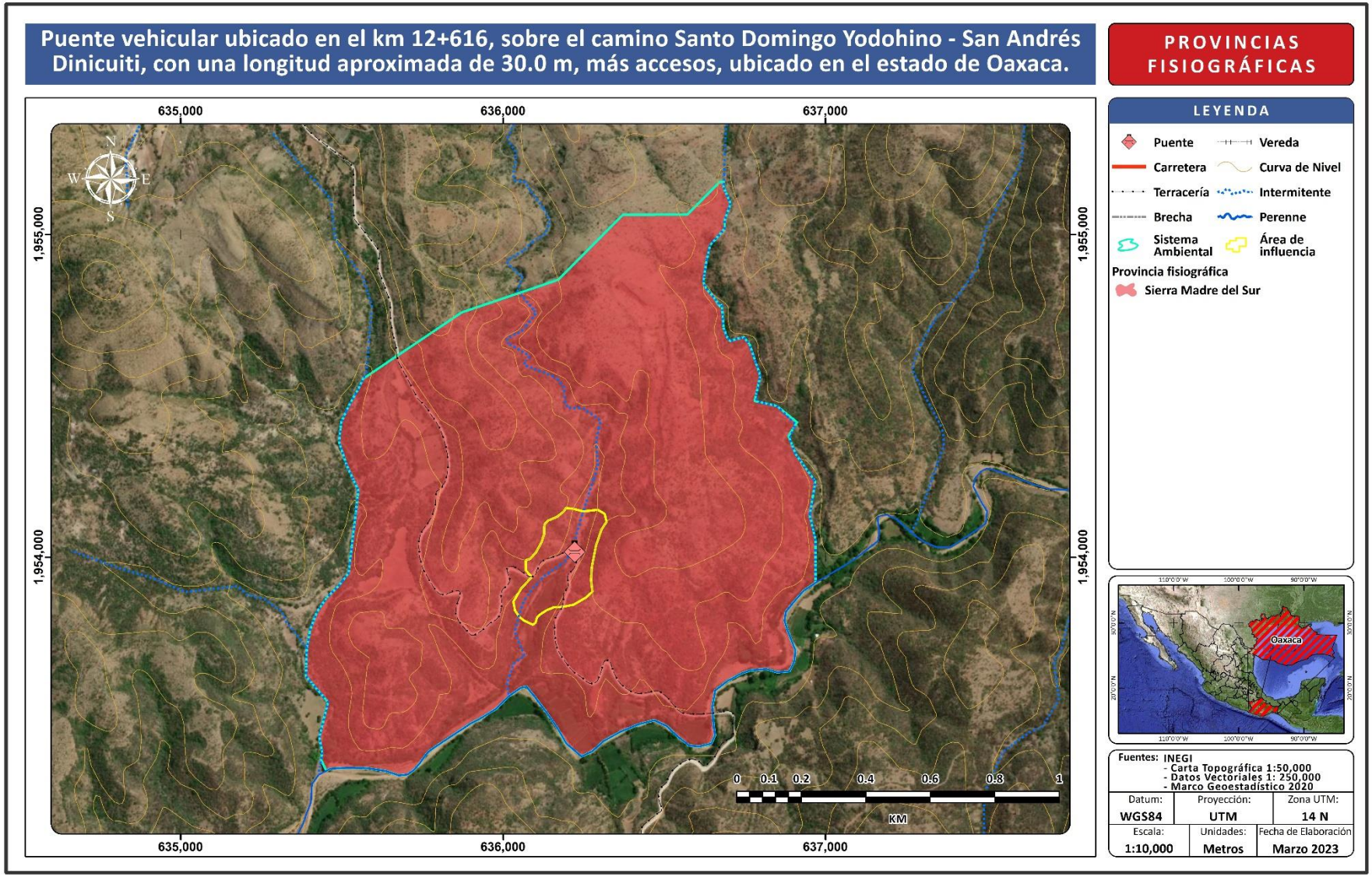






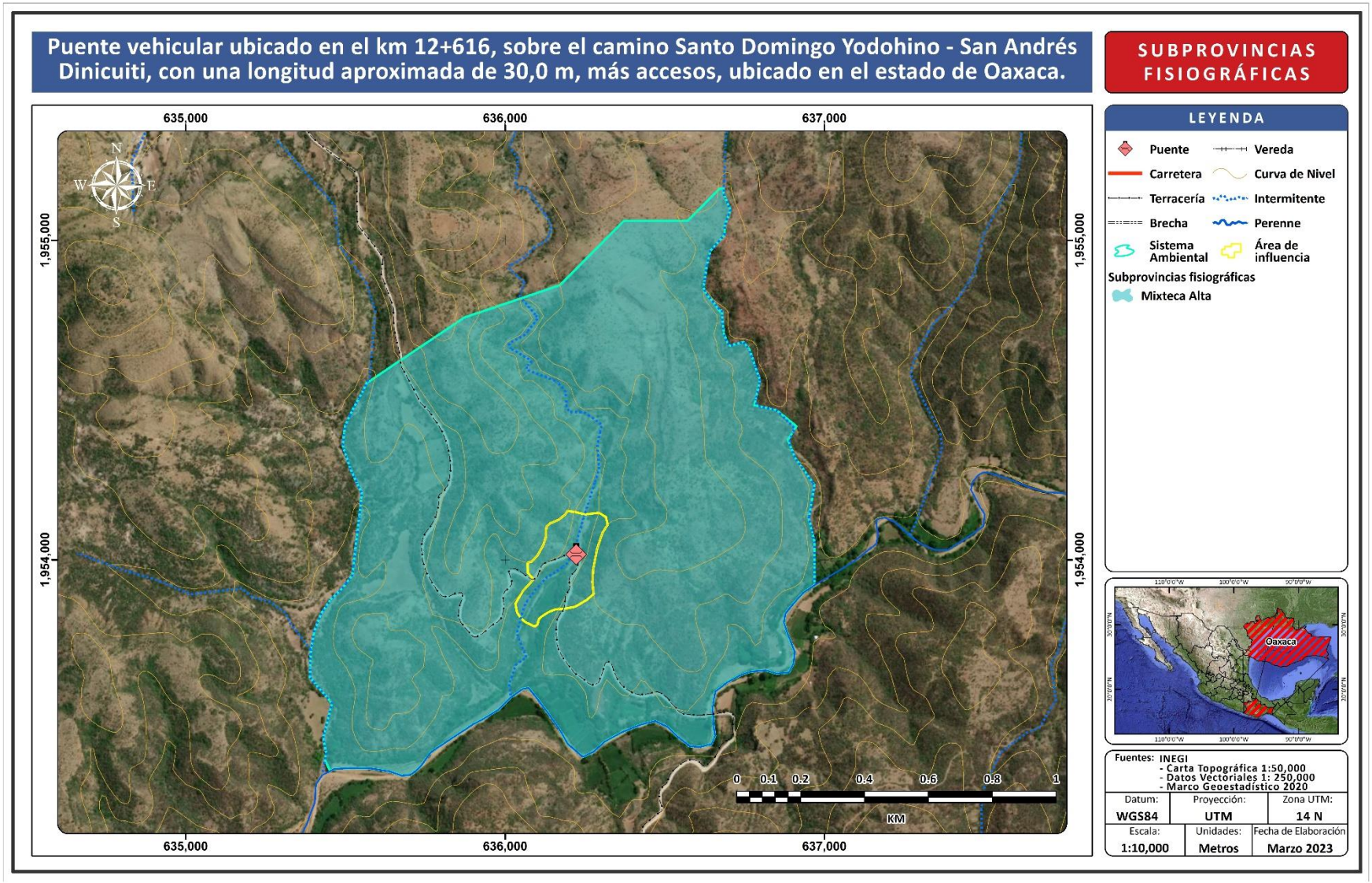
Fuente: SECIRA S.A. de C.V. 2023

IMAGEN IV. 16 PROVINCIAS FISIOGRÁFICAS DEL PROYECTO.



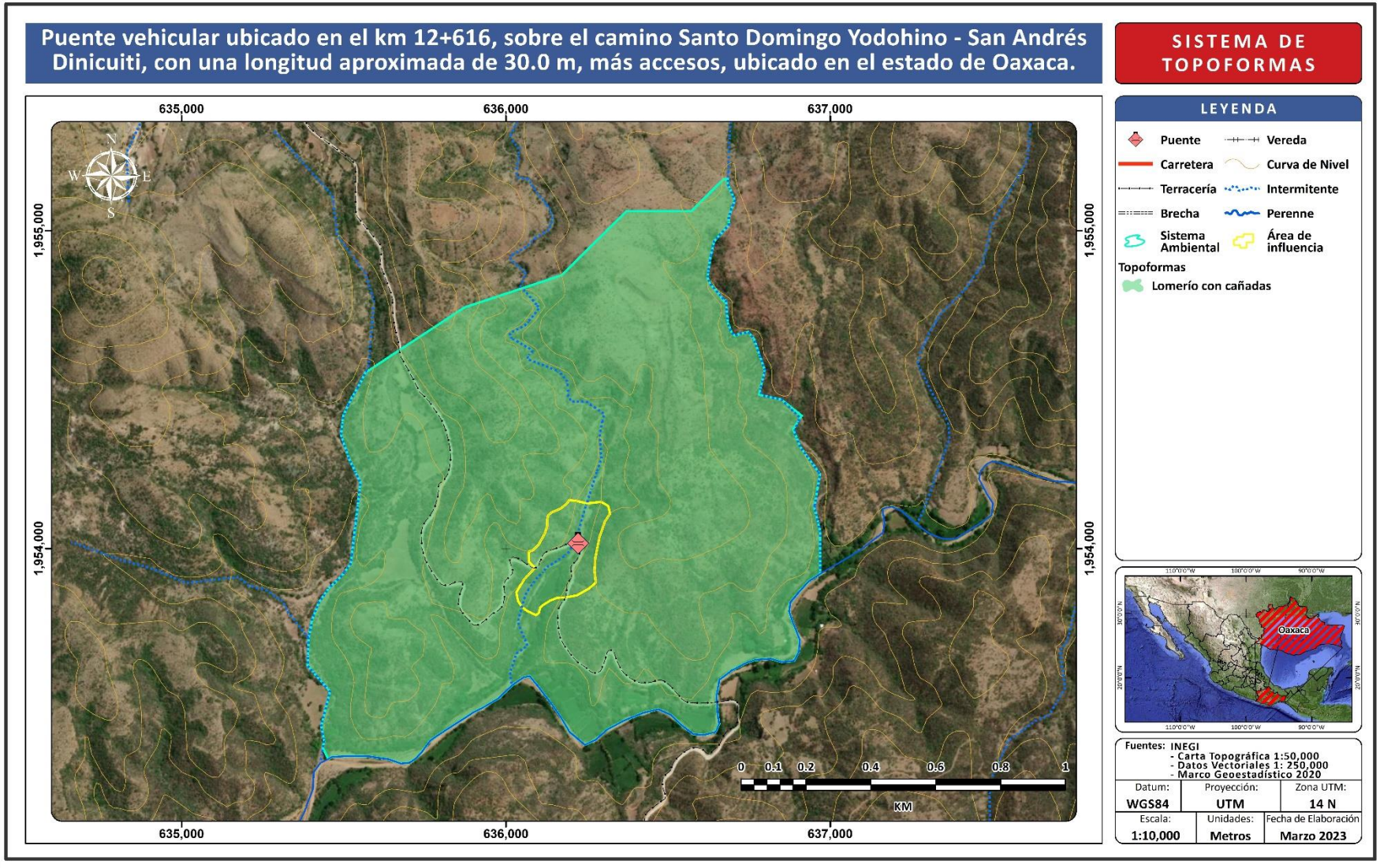
Fuente: SECIRA S.A. de C.V. 2023.

IMAGEN IV. 17 SUBPROVINCIAS FISIOGRÁFICAS DEL PROYECTO.



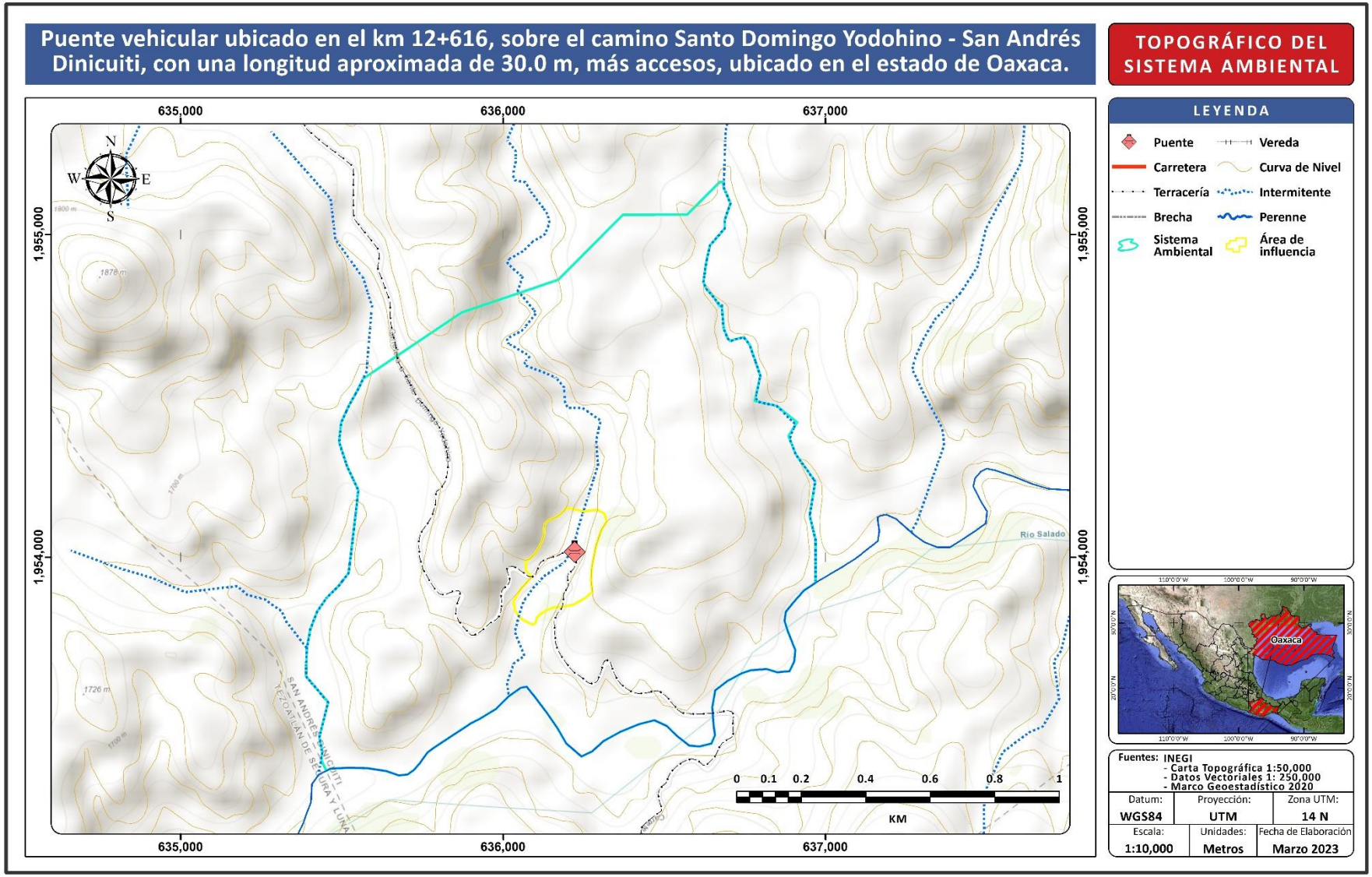
Fuente: SECIRA S.A. de C.V. 2023

IMAGEN IV. 18 TOPOFORMAS PRESENTES EN EL SA Y ÁREA DEL PROYECTO.



Fuente: SECIRA S.A. de C.V. 2023

IMAGEN IV. 19 TOPOGRAFÍA DEL SA Y ÁREA DEL PROYECTO.



Fuente: SECIRA S.A. de C.V. 2023

IV.2.3.1 Geología y geomorfología

La geomorfología es la rama de la geología y de la geografía que estudia las formas de la superficie terrestre y los procesos que las generan. La geomorfología está muy relacionada tanto con la geografía física como con la geografía humana (en lo que se refiere a los riesgos naturales y la relación del hombre con el medio). El relieve es uno de los elementos del paisaje natural que permite diferenciar el territorio en ámbitos ecológicos con cierta homogeneidad. Condiciona la movilidad del flujo de materia y energía e induce en gran medida la distribución de las comunidades vegetales, el potencial de las actividades productivas y la ubicación preferente de los asentamientos humanos.

FOTOGRAFÍA IV. 3 GEOMORFOLOGÍA DE LA ZONA DEL PROYECTO.



Fuente: SECIRA S.A. de C.V. 2023

La geología es considerada como una ciencia histórica ya que parte de la premisa de que el relieve actual de la Tierra es el resultado de una larga y variada evolución, por ello analiza este desarrollo espacial y temporal para señalar los factores y fuerzas que actuaron en el proceso y que le han dado la forma que actualmente conocemos, tanto en el exterior como en el interior de nuestro planeta.

El estado de Oaxaca presenta las características geológicas más complejas del país, debido a la serie de eventos tectónicos superpuestos que han ocurrido en su territorio a lo largo del tiempo geológico y que generaron, por consecuencia, una gran diversidad de unidades litológicas aflorantes. Desde el Proterozoico Tardío, la región fue afectada por eventos que definieron tres procesos geomorfológicos sobresalientes: el más importante, que originó las montañas complejas de la Sierra Madre del Sur, constituidas por rocas metamórficas, volcánicas e inclusive sedimentarias de origen marino y continental, afectadas en su conjunto por cuerpos batolíticos; el segundo en importancia, consiste de montañas bajas y lomeríos de rocas sedimentarias, plegadas

por efectos de diversos grados de tectonismo; el tercer elemento geomorfológico, lo constituye un paisaje volcánico de lomeríos, producto de derrames y material piroclástico.

Las sierras altas se caracterizan por riscos y escarpes disectados por profundos cañones y barrancos, observándose en las de origen marino, la presencia de un sistema cárstico que ha labrado dolinas y sumideros. Las montañas bajas y lomeríos presentan mesetas disectadas ocasionalmente por angostos cañones, desde donde las elevaciones disminuyen en forma paulatina hasta formar planicies sedimentarias que constituyen la faja costera en el sur de la entidad.

En la entidad se tienen afloramientos metamórficos extensos, ampliamente distribuidos, son del Precámbrico al Cenozoico (Terciario); en diversas zonas del estado, se presentan rocas ígneas intrusivas y extrusivas, las cuales son del Paleozoico hasta el Cuaternario. Por último, los depósitos recientes (suelos) se disponen sobre todo como planicies costeras, valles intermontanos, planicies aluviales y valles fluviales.

En San Andrés Dinicuiti se presenta una dominancia de rocas del Terciario (77.29%), seguidas del Paleógeno (17.05%) y Cuaternario (5.66%). Los tipos de roca que dominan son Ígnea extrusiva: Andesita (52.53%) y andesita-brecha volcánica intermedia (24.77%); sedimentaria: Conglomerado (9.87%), arenisca-conglomerado (7.87%) y arenisca (4.96%). El SA y Área del Proyecto presentan rocas del Cenozoico con la clave **Ts(Igei)**.

TABLA IV. 17 GEOLOGÍA DEL MUNICIPIO DE SAN ANDRÉS DINICUITI.

Periodo	Tipo de Roca
Terciario (77.29%), Paleógeno (17.05%), Cuaternario (5.66%)	Ígnea extrusiva: Andesita (52.53%), andesita-brecha volcánica intermedia (24.77%) Sedimentaria: Conglomerado (9.87%), arenisca-conglomerado (7.87%), arenisca (4.96%)

Fuente: INEGI, 2010.

TABLA IV. 18 GEOLOGÍA DEL ÁREA DEL PROYECTO.

Clave	Entidad	Clase	Tipo	Era	Sistema	Porcentaje
Ts(Igei)	Unidad cronoestratigráfica	Ígnea extrusiva	Ígnea extrusiva básica	Cenozoico	Neógeno	100%

Fuente: SIGEIA, 2023.

FOTOGRAFÍA IV. 4 GEOLOGÍA DEL ÁREA DEL PROYECTO.



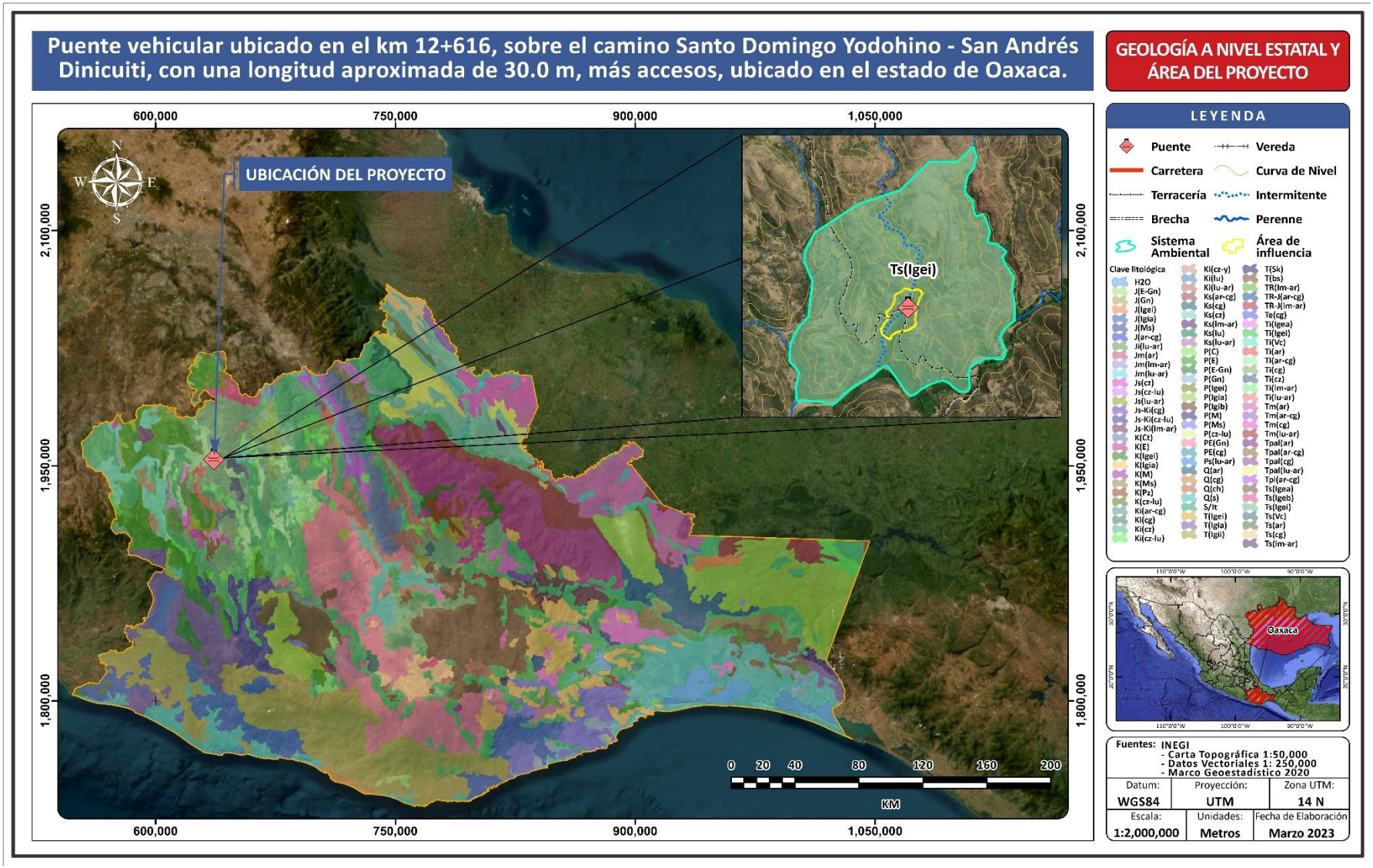






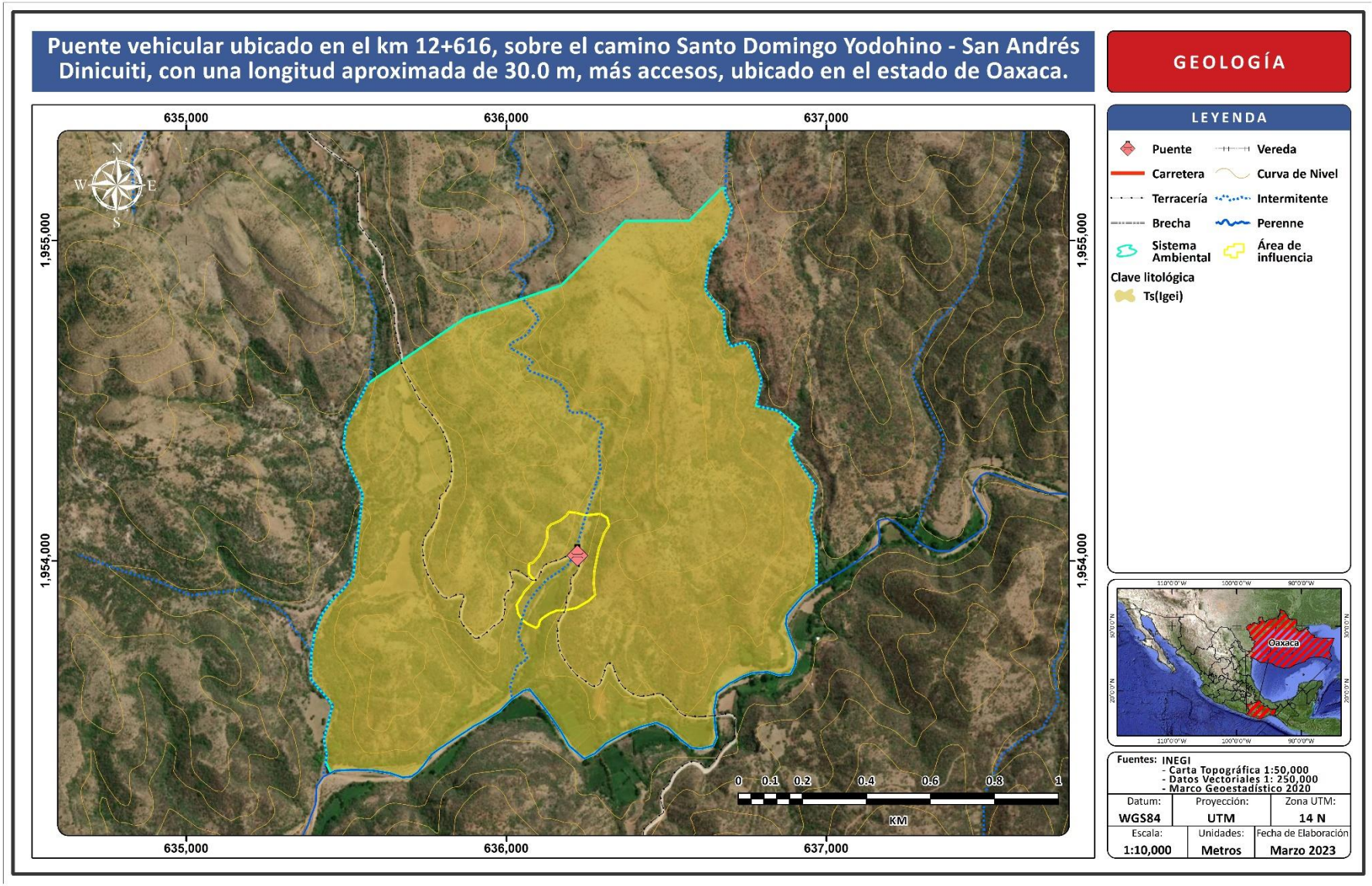
Fuente: SECIRA S.A. de C.V. 2023

IMAGEN IV. 20 GEOLOGÍA EN EL ESTADO DE OAXACA.



Fuente: SECIRA S.A. de C.V. 2023

IMAGEN IV. 21 GEOLOGÍA EN EL SA Y ÁREA DEL PROYECTO.



Fuente: SECIRA S.A. de C.V. 2023

IV.2.3.2 Geología estructural y tectónica

La geología estructural de la corteza terrestre o de una determinada región, así como el reconocimiento de las estructuras tectónicas en un sector (fallas, diaclasas).

Las rocas que componen la corteza terrestre se ven frecuentemente sometidas a fuerzas internas que producen en ellas diversos tipos de deformaciones. El comportamiento mecánico de las rocas frente a la deformación depende de su composición y estructura, de las condiciones de presión y temperatura, y de la velocidad con que se produce dicha deformación. Se entiende como una fractura a cualquier superficie de discontinuidad producida por la rotura de una masa rocosa (deformación frágil). Hay dos tipos principales de fracturas: las fallas y las diaclasas. Las fallas son fracturas con un desplazamiento relativo de los bloques que separan, mientras que en el caso de las diaclasas no existe un desplazamiento apreciable (Instituto Geológico y Minero de España, 2018).

En geología, una falla es una fractura o zona de fracturas a lo largo de la cual ha ocurrido un desplazamiento relativo de los bloques paralelos a la fractura (Bates y Jackson, 1980). Esencialmente, una falla es una discontinuidad que se forma debido a la fractura de grandes bloques de rocas en la Tierra cuando las fuerzas tectónicas superan la resistencia de las rocas. El movimiento causante de esa dislocación puede tener diversas direcciones: vertical, horizontal o una combinación de ambas.

Las fallas son discontinuidades en las rocas que se originan por una deformación frágil – dúctil durante movimientos tectónicos, sismos o eventos volcánicos. La discontinuidad de una falla se caracteriza por presentar movimiento relativo entre bloques de roca. El movimiento puede ser inactivo si se desarrolló en un pasado geológico, o bien un movimiento activo, si presenta actividad sísmica asociada, reacomodo del suelo o movimientos del terreno.

Existen en el estado de Oaxaca un sin número de fallas, de las cuales 52 de ellas se encuentran plenamente identificadas y clasificadas, presentándose de la siguiente manera: 4 normales, 10 inversas, 10 de desplazamiento lateral izquierdo, 25 de desplazamiento lateral derecho, un pliegue-falla, un graven y un anticlinal.

IV.2.3.2.1 Sismicidad

Un sismo es un fenómeno que se produce por un rompimiento repentino de la corteza terrestre, como consecuencia de esta acción se producen vibraciones que se propagan en todas direcciones y que se perciben como una sacudida o un balance e intensidad variables. La República Mexicana se localiza en una de las zonas sísmicas más activas del mundo, el Cinturón de Fuego del Pacifico, cuyo nombre se debe al alto grado de sismicidad que resulta de la movilidad de cuatro placas tectónicas: Norteamericana, Cocos, Rivera y del Pacifico (CENAPRED, 2007). La generación de los temblores más importantes en México por su magnitud y frecuencia se debe, básicamente a dos tipos de movimientos entre placas: de subducción y desplazamiento lateral. El primero se da a lo largo de la porción costera entre Jalisco y Chiapas donde las placas de Rivera y Cocos penetran por debajo de la Norteamericana. Por otra parte, entre la placa del Pacífico y la norteamericana se observa un desplazamiento lateral que, a diferencia de la subducción, es visible en la superficie del terreno, esto se verifica en la parte norte de la península de Baja California y a lo largo del Estado de California, en los Estados Unidos de América (CENAPRED, 2007).

Por otra parte, entre la placa del Pacífico y la Norteamericana se observa un desplazamiento lateral; a diferencia de la subducción, es visible en la superficie del terreno, esto se verifica en la parte norte de la península de Baja California y a lo largo del Estado de California, en los Estados Unidos de América (CENAPRED, 2007). En el siglo pasado, ocurrieron 71 sismos de gran intensidad los que causaron daños materiales y víctimas. La tercera parte de la población de la República Mexicana vive en zonas de alto y muy alto peligro sísmico, coincidiendo con los Estados de mayor índice de marginación (Guerrero, Oaxaca y Chiapas). La zona con mayor potencial sísmico en el país se localiza en lo largo de la Costa del Estado de Guerrero, donde se estima podría ocurrir uno o dos terremotos de magnitud ocho. La alta densidad poblacional y los estratos geológicos de débil resistencia son las zonas susceptibles de ser impactadas violentamente por los sismos. La República Mexicana se encuentra dividida en cuatro zonas sísmicas. Esto se realizó con fines de diseño antisísmico. Para realizar esta división se utilizaron los catálogos de sismos de la República Mexicana desde inicios de siglo, grandes sismos que aparecen en los registros históricos y los registros de aceleración del suelo de algunos de los grandes temblores ocurridos en este siglo. Estas zonas son un reflejo de que tan frecuentes son los sismos en las diversas regiones y la máxima aceleración del suelo a esperar durante un siglo. La zona A es una zona donde no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores. La zona D es una zona donde se han reportado grandes sismos históricos, donde la ocurrencia de sismos es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad. Las otras dos zonas (B y C) son zonas intermedias, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo. El mapa que aparece en la siguiente imagen se generó del Manual de diseño de Obras Civiles (Diseño por Sismo) de la Comisión Federal de Electricidad (SGM, 2014).

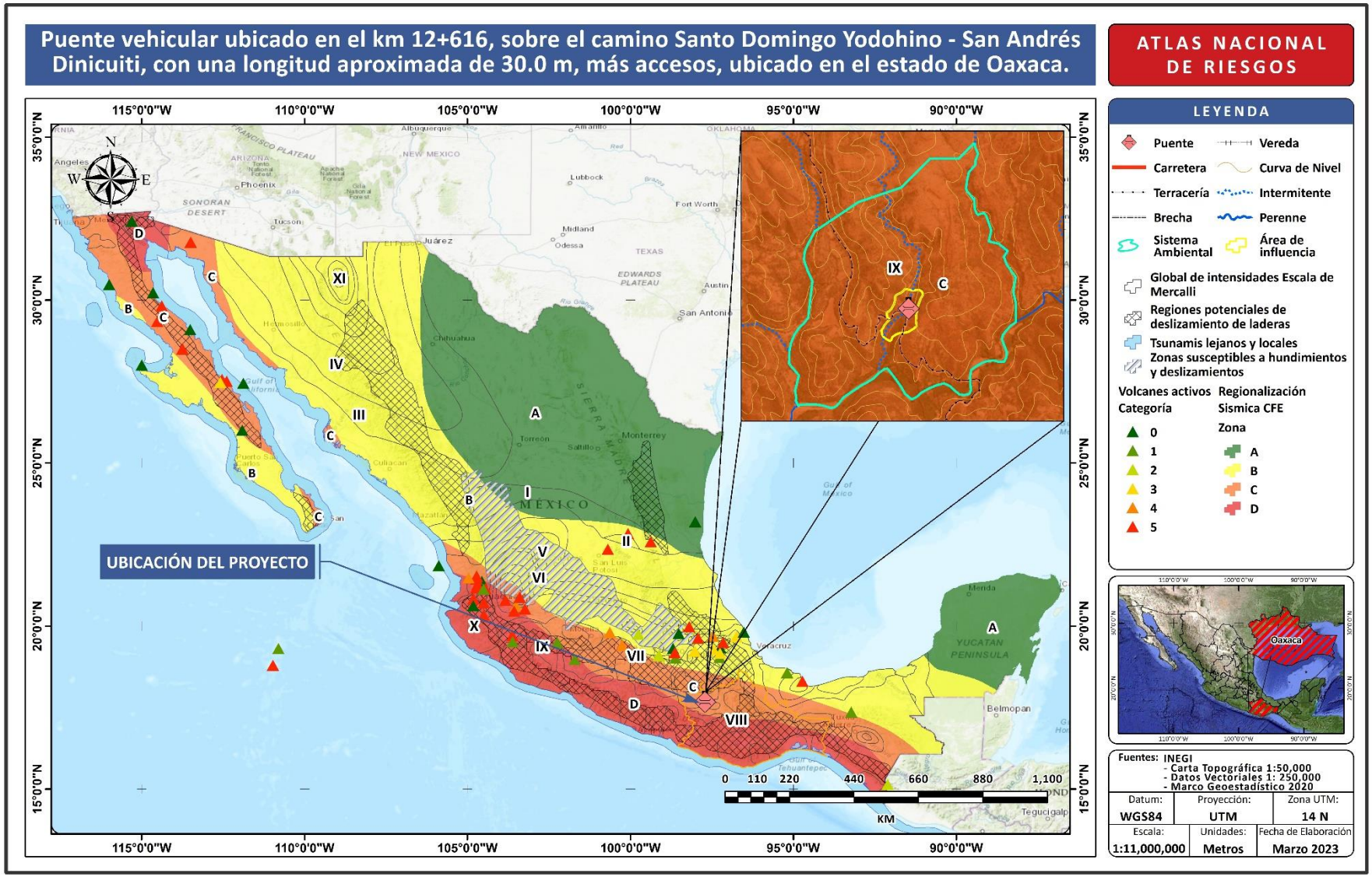
TABLA IV. 19 REGIONALIZACIÓN SÍSMICA SEGÚN SU ACELERACIÓN DE ROCA.

Aceleración máxima en roca a0r (cm/s2), correspondiente al nivel de referencia ER	Zona	Intensidad sísmica
a0r ≤200	D	Muy alta
100≤a0r <200	C	Alta
50≤a0r <100	B	Moderada
a0r <50	A	Baja

Fuente: CFE, 2015.

La región de Oaxaca es una de las regiones con más alta sismicidad en México. Esta actividad sísmica está asociada al proceso de subducción de la placa de Cocos por debajo de la placa de Norteamérica. Este límite tectónico es conocido como la zona de subducción y es la zona donde se localizan aproximadamente el 85-90% de los sismos que ocurren en nuestro país. Del año 1974 a 1996, el Servicio Sismológico Nacional registró 27,533 sismos mayores de magnitud 2.5 grados Richter. De estos sismos 8,030 ocurrieron dentro del estado de Oaxaca, esto es aproximadamente 30% de los sismos registrados y localizados en nuestro país. Han ocurrido 21 eventos mayores de magnitud 7 dentro de los límites de Oaxaca. Algunos de estos ocurren en: 1903 (M=8.3), 1928(M=8, 7.5, 7.8, 7.4, 7.6, 1931 (M=8, gran desastre en la ciudad de Oaxaca), 1978 (M=7.8), por citar algunos cuantos. Como podemos observar todo el estado de Oaxaca, el municipio de San Andrés Dinicuiti, y el Área del Proyecto se asientan sobre la zona C, que son zonas sin una alta frecuencia de sismos o afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo.

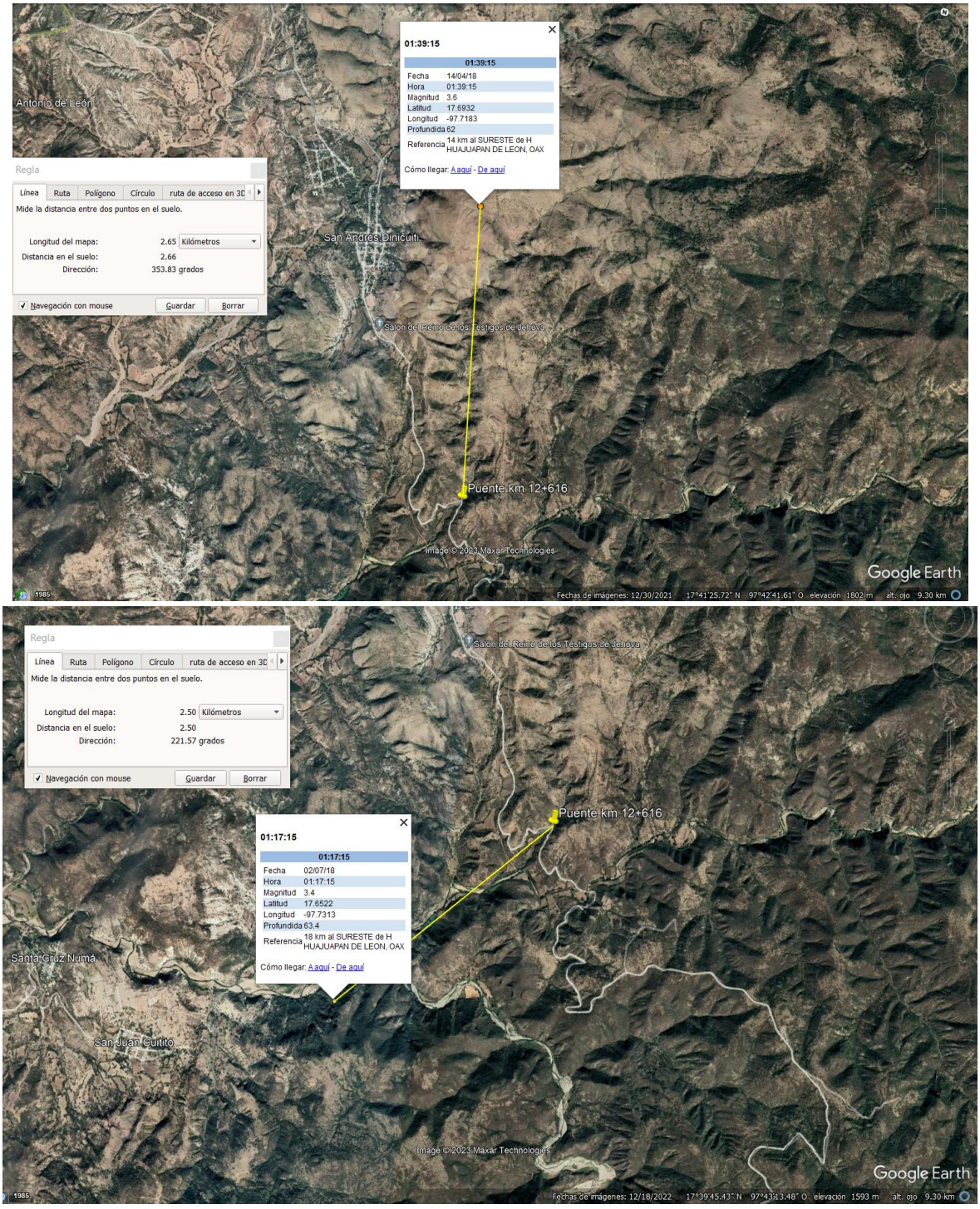
IMAGEN IV. 22 ATLAS NACIONAL DE RIESGOS.



Fuente: SECIRA S.A. de C.V. 2023

Según el Atlas Nacional de Riesgos, en el 2018 se registraron dos sismos cerca del Área del Proyecto. El primero y de mayor magnitud (3.6 en la escala Richter) se registró al este de la localidad de San Andrés Dinicuiti y a una distancia aproximada de 2.66 km del proyecto, el otro se registró a 2.50 km en dirección sur del proyecto con una magnitud de 3.4 grados en la escala Richter. Esto nos indica que si existe un riesgo reciente en cuanto a sismos dentro del SA del proyecto.

IMAGEN IV. 23 SISMOS REGISTRADOS CERCA DEL ÁREA DEL PROYECTO EN 2018.



Fuente: SECIRA S.A. de C.V. 2023 Y Google Earth, 2023

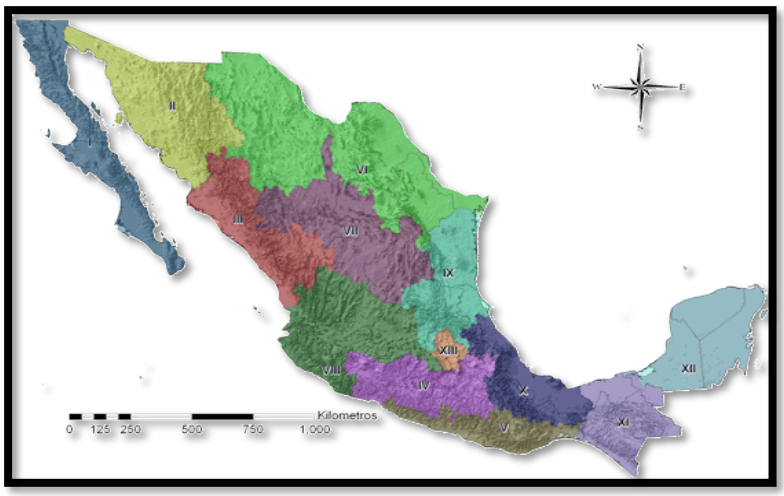
IV.2.4 Hidrología

El país está dividido en 37 regiones hidrológicas, tomando como base la orografía y la hidrografía. Una región hidrológica es un área que posee un relieve y escurrimiento superficial y presenta características similares en su drenaje.

Los consejos de cuenca con órganos colegiados de integración mixta que funcionan como instancias de coordinación y concertación, apoyo, consulta y asesoría, entre la CONAGUA, las instancias federales, estatales y municipales, y los representantes de los usuarios del agua y las organizaciones sociales correspondientes a sus respectivas cuencas o región hidrológicas. En México existen 13 consejos o Regiones Hidrológicas Administrativas (RHA).

TABLA IV. 20 REGIONES HIDROLÓGICAS ADMINISTRATIVAS EN MÉXICO.

NÚMERO	REGION HIDROLÓGICA
I	Península Baja California
II	Alto Noroeste
III	Pacifico Norte
IV	Balsas
V	Pacífico Sur
VI	Río Bravo
VII	Cuencas Centrales del Norte
VIII	Lerma Santiago-Pacífico
IX	Golfo Norte
X	Golfo Centro
XI	Frontera Sur
XII	Península de Yucatán
XIII	Valle de México y Sistema Cutzamala



Fuente: CONAGUA, 2015.

El estado de Oaxaca tiene como principales cuerpos de agua los ríos Atoyac-Verde, Mixteco y Ayutla, así como presas y lagunas. La Sierra de Oaxaca está constituida por aguas de las corrientes principales: hacia la vertiente del Pacífico, el Atoyac que se convierte en el Río Verde al atravesar la Sierra Madre del Sur y el Nudo Mixteco, afluente del Balsas.

Oaxaca se encuentra sobre ocho regiones hidrológicas: RH18 Balsas, RH20 Costa Chica-Río Verde, RH21 Costa de Oaxaca, RH22 Tehuantepec, RH23 Costa de Chiapas, RH28 Papaloapan, RH29 Coatzacoalcos y RH30 Grijalva-Usumacinta.

El municipio de San Andrés Dinicuiti se encuentra sobre la Región Hidrológica RH18 Balsas, dentro de la cuenca RH18A Río Atoyac y en la subcuenca RH18Af Río Mixteco.

TABLA IV. 21 HIDROLOGÍA DEL MUNICIPIO DE SAN ANDRÉS DINICUITI.

Región hidrológica	Cuenca	Subcuenca	Corrientes de agua
Balsas (100%)	R. Atoyac (100%)	R. Mixteco (100%)	Perennes: Salado y Los Nopales. Intermitente: Asumíate

Fuente: INEGI, 2010.

Particularmente el SA y Área del Proyecto se encuentra en la Región Hidrológica RH18 Balsas, dentro de la cuenca RH18A Río Atoyac en la subcuenca RH18Af Río Mixteco.

IV.2.4.1 Hidrología superficial

RH18 Balsas

Descripción

La Región Hidrológica número 18 Balsas, se localiza al Suroeste de nuestro país, está limitado al Norte por las Regiones Hidrológicas números 12 Lerma-Santiago, número 26 Río Pánuco y número 27 Norte de Veracruz, al Oeste por las Regiones hidrológicas números 16 Armería Coahuayana y 17 Costa de Michoacán, al Sur por el Océano Pacífico y por las Regiones Hidrológicas números 19 Costa Grande de Guerrero y 20 Costa Chica de Guerrero, y al Este por la Región Hidrológica número 28 Papaloapan.

La Región Hidrológica número 18 Balsas, incluye en su totalidad al Estado de Morelos (100%) y parcialmente a los Estados de Tlaxcala (75%), Puebla (55%), México (36%), Oaxaca (9%), Guerrero (63%), Michoacán (62%) y Jalisco (4%), así como muy pequeñas porciones del Distrito Federal y del Estado de Veracruz; con un total de 422 municipios y una superficie total de 117,305.9 kilómetros cuadrados.

Por otra parte, existen quince cuencas hidrológicas que integran la Región Hidrológica número 18 Balsas siendo las siguientes: Río Alto Atoyac, Río Amacuzac, Río Tlapaneco, Río Nexapa, Río Mixteco, Río Bajo Atoyac, Río Cutzamala, Río Medio Balsas, Río Cupatitzio, Río Tacámbaro, Río Tepalcatepec, Río Bajo Balsas, Río Paracho-Nahuatzen, Río Zirahuén y Río Libres Oriental, las cuencas hidrológicas Río Libres Oriental, Río Paracho-Nahuatzen y Río Zirahuén, son cerradas, las doce restantes están interconectadas entre sí y drenan sus aguas hacia el Océano Pacífico a través del Río Balsas.

Subcuenca R. Mixteco

De manera general, el proyecto se encuentra en la Región Hidrológica RH18 Balsas, correspondiente a la cuenca R. Atoyac, esta a su vez corresponde al Río Mixteco, la cual es de tipo exorreica.
Según el Simulador de Flujos de Agua en Cuencas Hidrográficas (SIATL) de INEGI, la subcuenca denominada R. Mixteco donde se ubica el proyecto presenta las siguientes características:

TABLA IV. 20 CARACTERÍSTICAS DE LA SUBCUENCA DEL RIO MIXTECO.

Identificador	199
Clave Subcuenca	RH18Af
Nombre subcuenca	R. Mixteco
Tipo	EXORREICA
Lugar a donde drena (principal)	RH18Aa R. Atoyac - Tehuitzingo
Total de descargas (principal)	1
Total de Descargas	1

Área Km²	7727.93
Perímetro Km	657.98
Densidad de Drenaje	1.9265
Coeficiente de Compacidad	2.1107
Longitud promedio de flujo superficial	0.129769011
Elevación Máxima Subcuenca(m)	3360
Elevación Mínima Subcuenca (m)	800
Pendiente Media Subcuenca (%)	34.76
Elevación Máxima Corriente Principal(m)	2464
Elevación Mínima Corriente Principal (m)	798
Longitud de Corriente Principal (m)	286203
Pendiente de Corriente Principal (%)	0.582
Sinuosidad de Corriente Principal	2.09185505

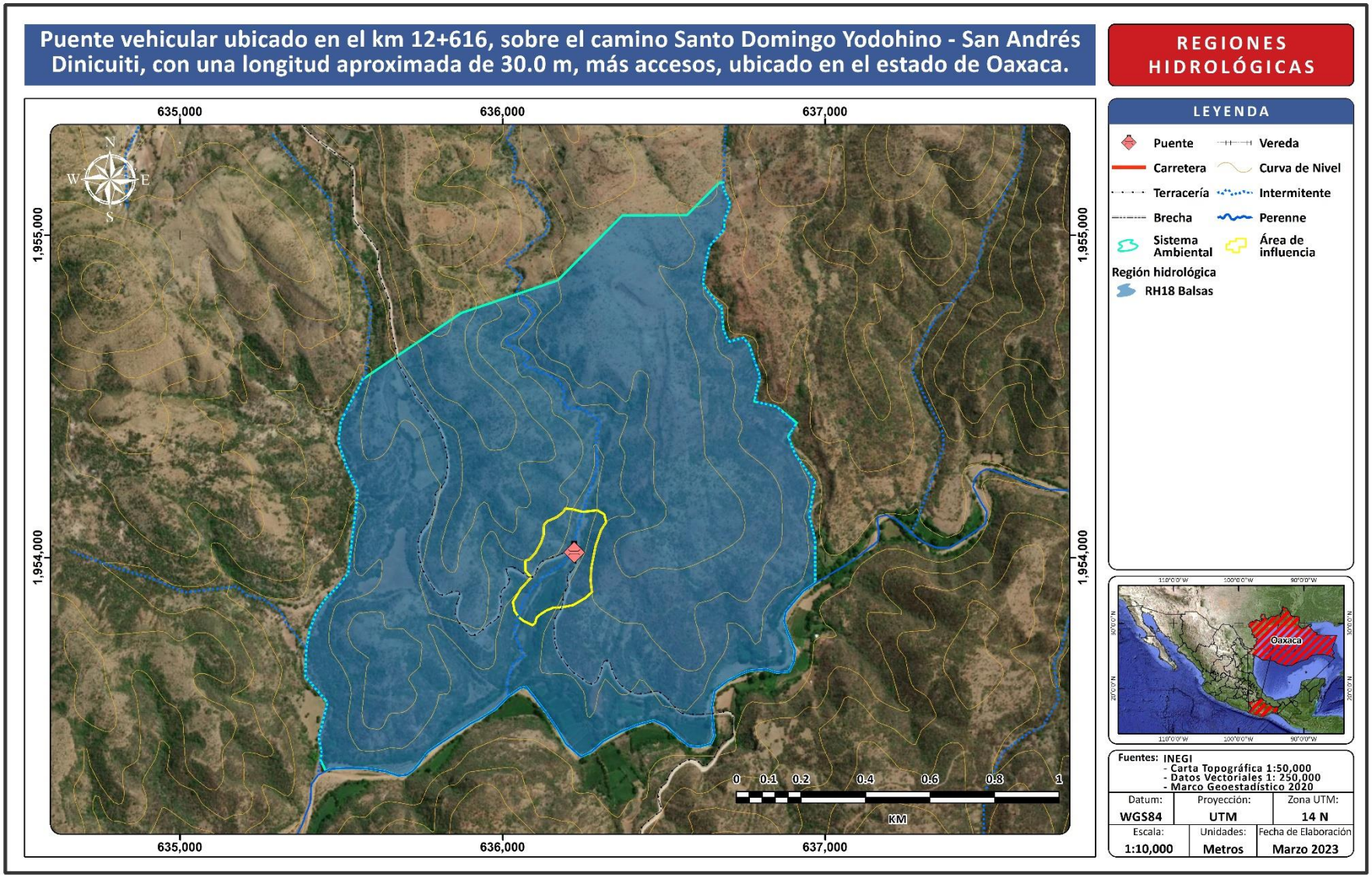
Fuente: Simulador de Flujo de Agua de Cuencas Hidrográficas SIATL.

FOTOGRAFÍA IV. 5 CONDICIONES DEL ARROYO CON ID 1366858



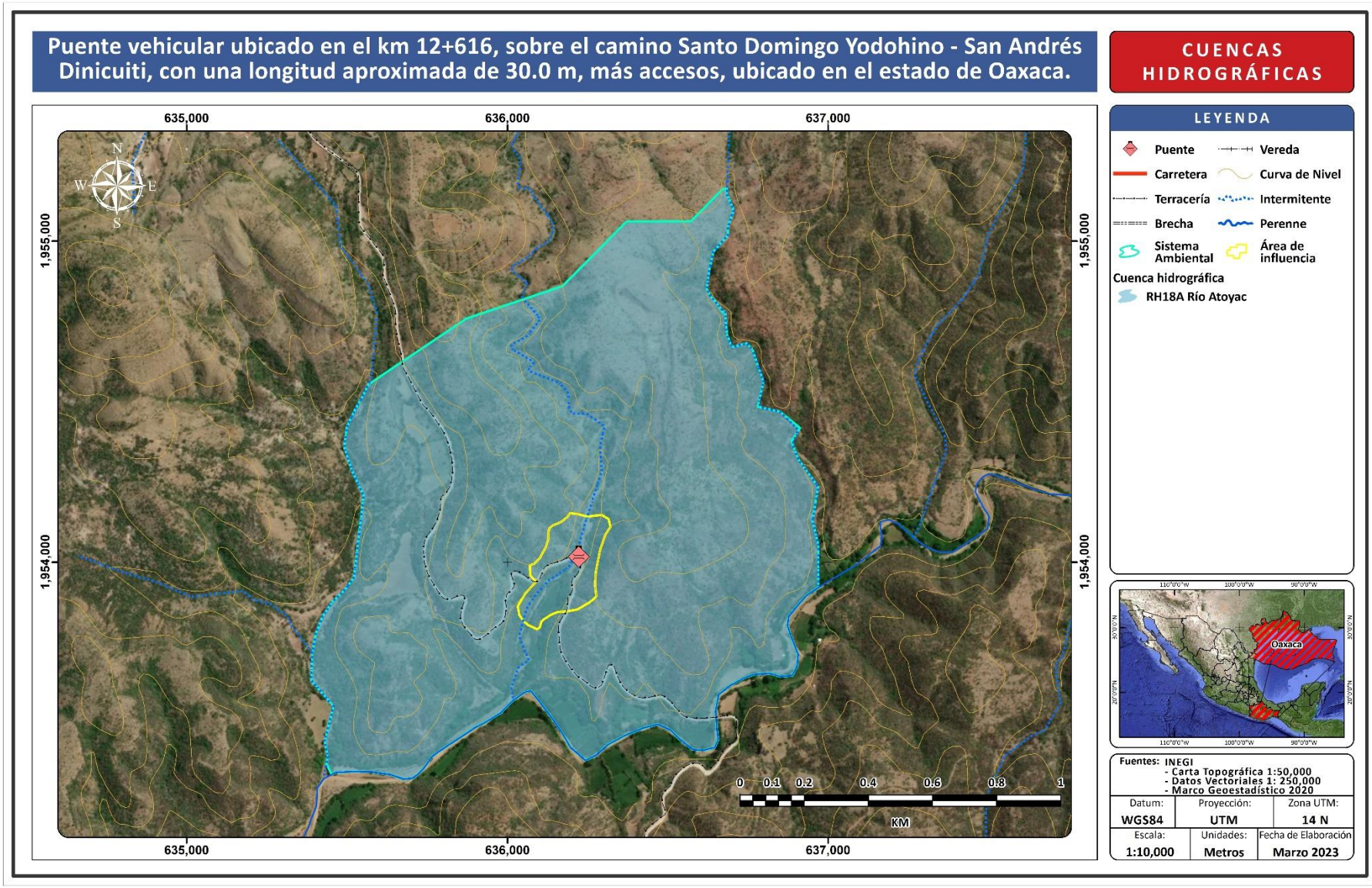
Fuente: SECIRA S.A. de C.V. 2023

IMAGEN IV. 24 REGIÓN HIDROLÓGICA.



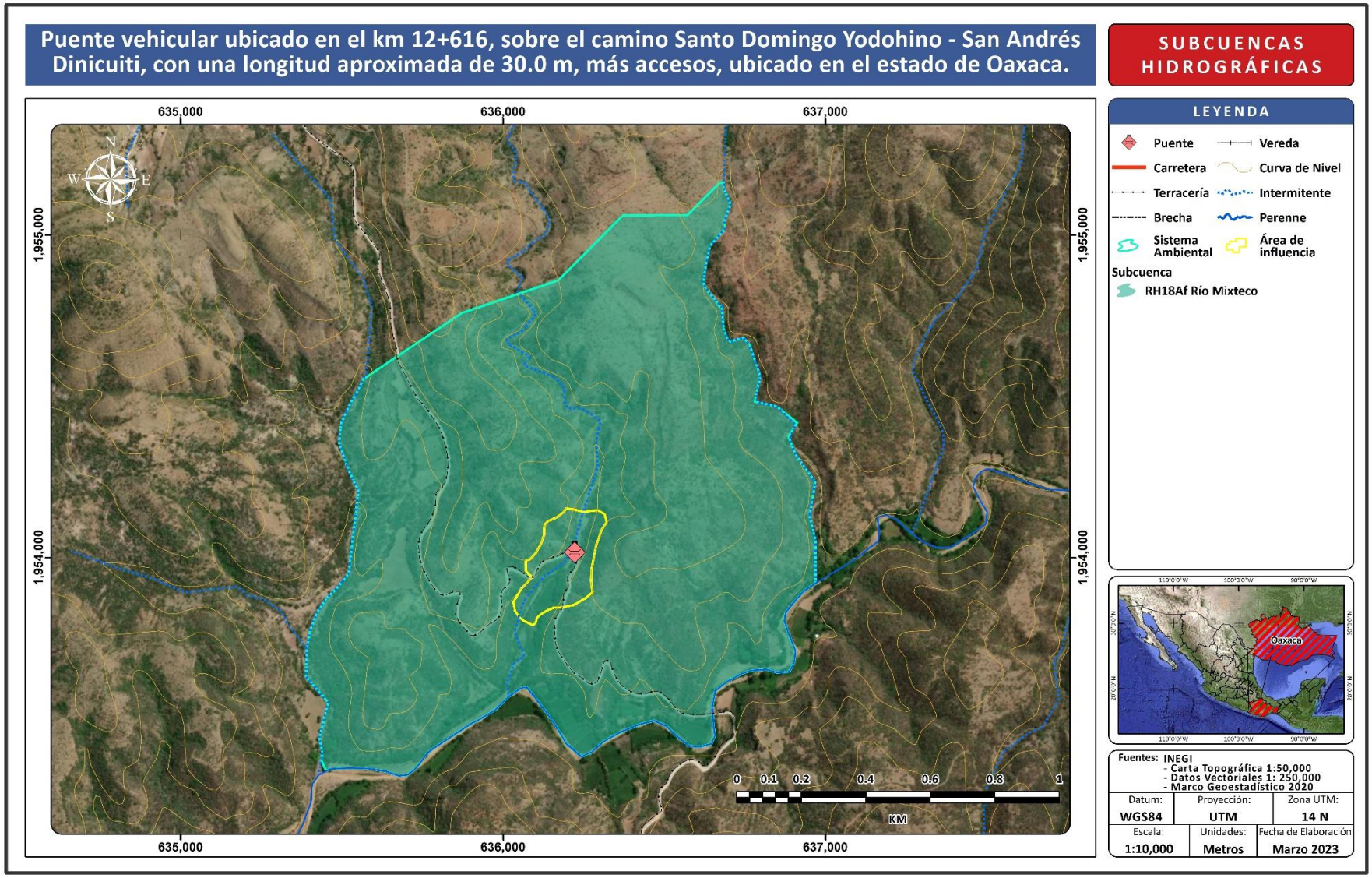
Fuente: SECIRA S.A. de C.V. 2023

IMAGEN IV. 25 CUENCA HIDROGRÁFICA DEL PROYECTO.



Fuente: SECIRA S.A. de C.V. 2023

IMAGEN IV. 26 SUBCUENCA HIDROGRÁFICA DEL PROYECTO.



Fuente: SECIRA S.A. de C.V. 2023

FOTOGRAFÍA IV. 6 CONDICIONES DEL CAUCE DEL PROYECTO.






Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

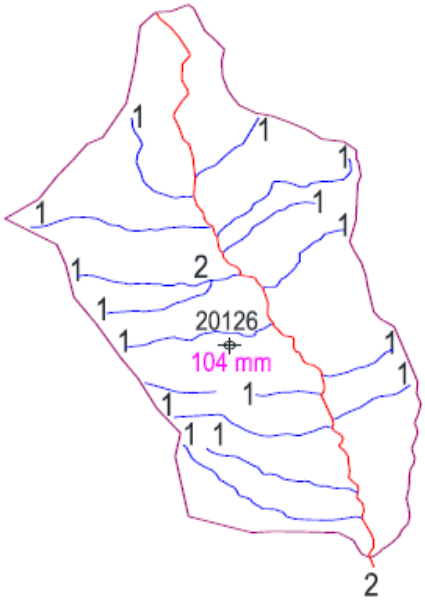
El proyecto del puente cruza el cauce con número de identificación 1366858 (tipo intermitente) que es afluente al Río Salado, perteneciente a la región hidrológica 18 Balsas, en la cuenca del Río Atoyac. Cabe destacar que se realizaron las actividades de campo en temporada de secas por lo que el cauce no presenta alguna corriente de agua, por lo que no se tomaron muestras para la calidad del agua.

IMAGEN *IV. 27* CUERPOS DE AGUA CON EL PROYECTO



Fuente: Simulador de Flujo de Agua de Cuencas Hidrográficas SIATL.

IMAGEN IV. 28 ORDEN DE CORRIENTE DE LA MICROCUENCA.



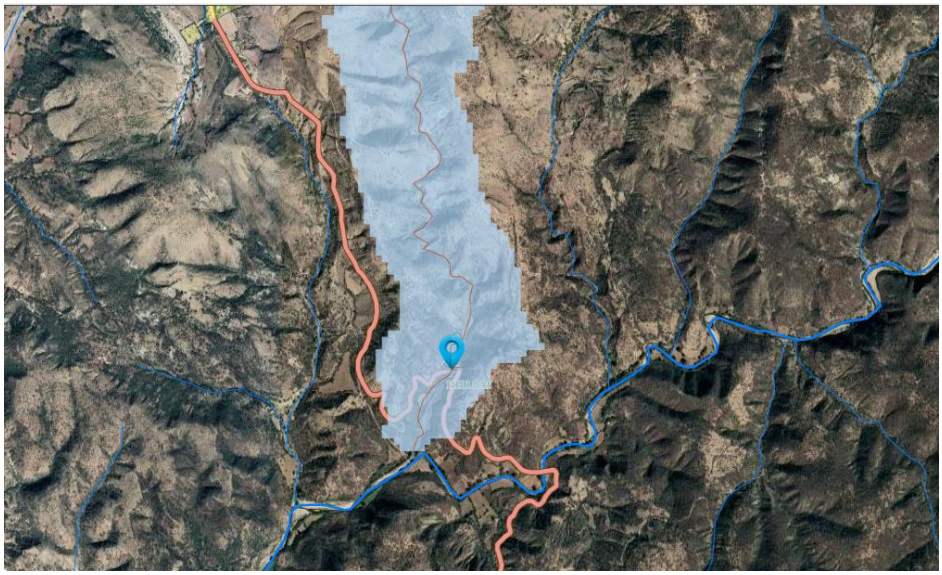
Fuente: Simulador de Flujo de Agua de Cuencas Hidrográficas SIATL.

De manera general debemos decir que el proyecto se encuentra en la Región Hidrológica 18 Balsas, dentro de la Cuenca RH18A perteneciente al R. Atoyac en la Subcuenca RH18Af, correspondiente al R. Mixteco, la cual es del tipo exorreica, con un coeficiente de escurrimiento de 10 a 20% en toda la cuenca.
A continuación, se describe la microcuenca que influye en el proyecto; esta microcuenca es afluente al río Salado con número ID: 1366858; además es cercana a la localidad de donde de manera puntual se mencionan los elementos hidrológicos que la integran.

Red hidrológica con influencia directa en el proyecto

Para efectos del presente estudio y debido a la extensión de la subcuenca en donde se encuentra inmerso el trazo, se delimitó la microcuenca antes mencionada esto con el fin de ver como podrá influenciar al área de proyecto. Dicha zonificación se realizó con base en la delimitación de microcuencas que desarrolla el Simulador de Flujos de Agua en Cuencas Hidrográficas (SIATL) de INEGI.

IMAGEN *IV. 29* CUENCAS HIDROLÓGICAS DEL PROYECTO.

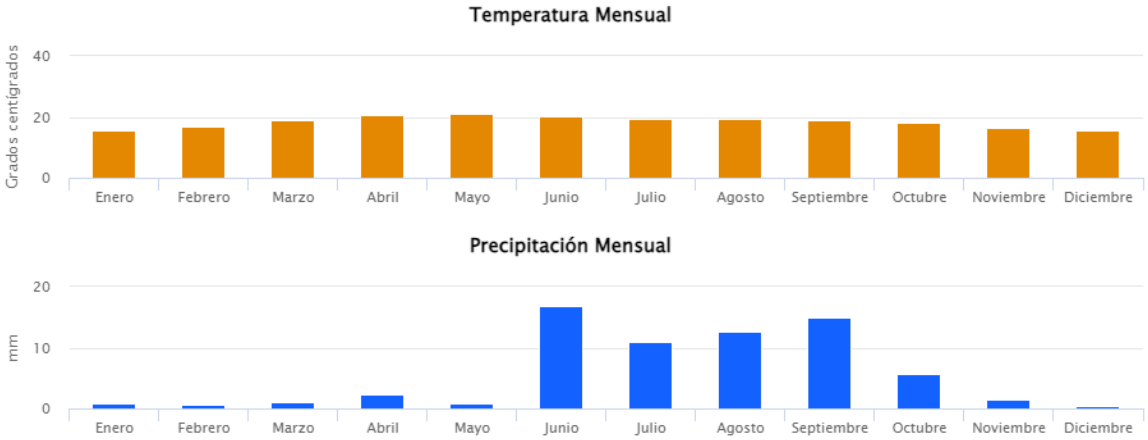


Fuente: Simulador de Flujo de Agua de Cuencas Hidrográficas SIATL.

Con base en la dirección de los flujos de corriente y las intersecciones cercanas de escurrimientos superficiales al área del proyecto y mediante el sistema de microcuencas que delimita el SIATL de INEGI, se determinó la red hidrográfica que puede influenciar la corriente del cuerpo de agua. A continuación, se presenta un análisis hidrológico de la microcuenca contemplada, esto con el objeto de identificar las características de los cuerpos de agua para preservar la red hidrológica presente en el área de estudio.

Una vez delimitada esta microcuenca del proyecto y con la finalidad de determinar su caudal pico consideramos las condiciones de incremento de precipitación desde el mes de junio (16.94 mm) hasta septiembre (14.87 mm) y consecuente la avenida máxima mediante la modelación de una lluvia probabilística de 24 hrs con un periodo de retorno de 100 años, obteniendo de acuerdo con el siguiente gráfico una lluvia media de 138.95 mm y un coeficiente de escurrimiento de 10 a 20% en su inicio de este caudal.

GRÁFICA IV. 2 DATOS CLIMÁTICOS.



Fuente: Simulador de Flujo de Agua de Cuencas Hidrográficas SIATL.

GRÁFICA IV. 3 COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO.



Fuente: Simulador de Flujo de Agua de Cuencas Hidrográficas SIATL.

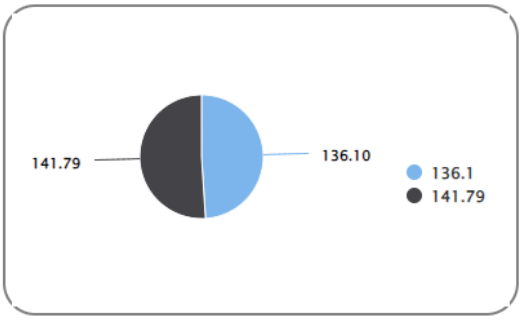
GRÁFICA IV. 4 MODELACIÓN DE LLUVIA

Periodo de retorno: 100 años

Duración de lluvia: 24 horas Calcular

Concepto	Valor (m m)
Lluvia mínima	**136.1**
Lluvia media	**138.95**
Lluvia máximo	**141.79**

Lluvia (m m)	Frecuencias
136.1	1
141.79	1



Fuente: Simulador de Flujo de Agua de Cuencas Hidrográficas SIATL.

A partir de esta información se utilizó el "Simulador de Flujos de Cuencas Hidrográficas" para obtener los índices morfométricos de la microcuenca, así como el valor del gasto máximo y la intensidad de lluvia probable de acuerdo con los criterios señalados por el "método racional", lo cual nos permite determinar el caudal pico del cauce arroyo seco a lo largo de sus longitudes de líneas de flujo aguas arriba a nivel de subcuenca de 6841 m de cauce. Se hizo el cálculo con coeficientes de escurrimiento de 10% y 20%.

TABLA IV. 21 ÍNDICES MORFOMÉTRICOS DE LA MICROCUENCA CON UN CE DE 10%

PROPIEDAD	VALOR
Elevación máxima	2055 m
Elevación media	1827 m
Elevación mínima	1600 m
Longitud	6841 m
Pendiente media	6.65%
Tiempo de concentración	44.87 (min)
Área drenada	4.28 Km^2
Periodo de Retorno	100 años
Coeficiente de Escurrimiento	**10.00%**
Lluvia	138.95 mm
Intensidad de Lluvia	185.27 mm/h
Caudal pico	**22.03 m³/s**

Fuente: Simulador de Flujo de Agua de Cuencas Hidrográficas SIATL.

Para esta microcuenca el perfil de elevaciones graficado con un coeficiente de escurrimiento del 10% nos muestra como a lo largo de sus 6841m de cauce el flujo del agua desciende desde una elevación de 2055m hasta los 1600m, donde el caudal máximo presenta un tiempo de concentración de 44.87 minutos, que nos da como resultado un caudal pico de **22.03m³/s** de flujo de agua debido a la superficie y longitud de este caudal.

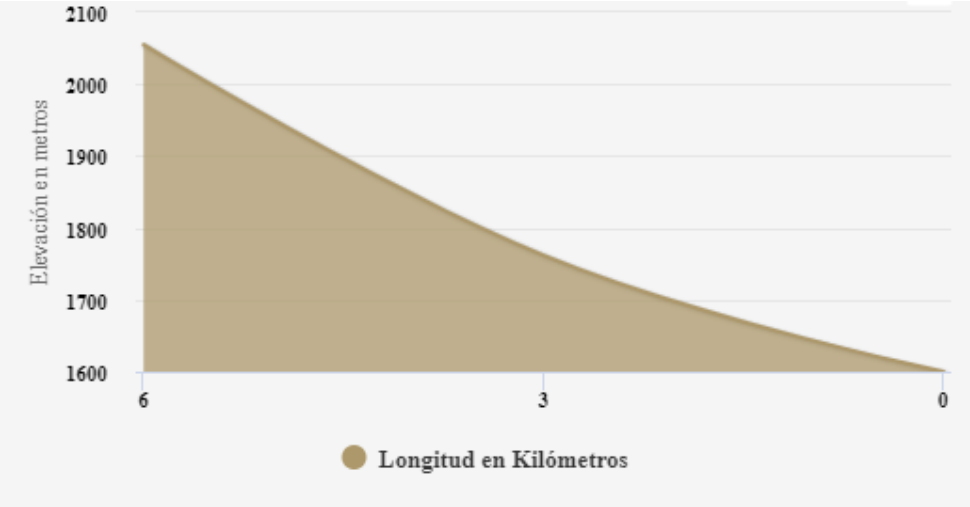
TABLA IV. 22 ÍNDICES MORFOMÉTRICOS DE LA MICROCUENCA CON UN CE DE 20%

PROPIEDAD	VALOR
Elevación máxima	2055 m
Elevación media	1827 m
Elevación mínima	1600 m
Longitud	6841 m
Pendiente media	6.65%
Tiempo de concentración	44.87 (min)
Área drenada	4.28 Km^2
Periodo de Retorno	100 años
Coeficiente de Escurrimiento	**20.00%**
Lluvia	138.95 mm
Intensidad de Lluvia	185.27 mm/h
Caudal pico	**44.05 m³/s**

Fuente: Simulador de Flujo de Agua de Cuencas Hidrográficas SIATL.

Con un coeficiente de escurrimiento del 20% esta microcuenca nos muestra como a lo largo de sus 6841m de cauce el flujo del agua desciende desde una elevación de 2055m hasta los 1600m, donde el caudal máximo presenta un tiempo de concentración de 44.87 minutos, que nos da como resultado un caudal pico de **44.05m³/s** de flujo de agua debido a la superficie y longitud de este caudal.

GRÁFICA IV. 5 PERFIL DE ELEVACIONES DEL CAUCE PRINCIPAL CON CE DEL 10 Y 20%



Fuente: Simulador de Flujo de Agua de Cuencas Hidrográficas SIATL.

Como ya se mencionó el proyecto cruza por el cauce del Río 1366858 afluente al río Salado, debido a esto se tomarán las medidas pertinentes para proteger y acondicionar la zona, para que no se vea afectada la corriente de agua y no se obstruya por ninguna razón el cauce. Cabe destacar que el río es intermitente por lo cual se espera realizar las actividades del presente proyecto en temporada de secas, y así mismo no se afecte la dinámica hidrológica o en su caso, no exista alteración alguna para evitar inundaciones en tiempo de lluvias del tipo extraordinario.

IV. 2.4.2 Estudio Hidrológico

El alcance del estudio Hidrológico consiste en recopilar datos hidrológicos para determinar los flujos de escorrentía a ser considerados en el análisis hidráulico para determinar el nivel de elevación del agua para una concurrencia de 500 años bajo condiciones existentes y propuesta y en determinar las obras hidráulicas necesarias para manejar el incremento en escorrentía ocasionado por el proyecto propuesto. El ciclo hidrológico visto a nivel de una cuenca se puede esquematizar como un estímulo, constituido por la precipitación, al que la cuenca responde mediante el escurrimiento en su salida. Entre el estímulo y la respuesta ocurren varios fenómenos que condicionan la relación entre uno y otra, y que están controlados por las características geomorfológicas de la cuenca. Dichas características se clasifican en dos tipos, según la manera en que controlan los fenómenos mencionados:
Las que condicionan el volumen de escurrimiento, como el área de la cuenca y el tipo de suelo.
Las que condicionan la velocidad de respuesta, la pendiente de la cuenca.
Las características de la cuenca de mayor importancia por sus efectos en la relación precipitación – escurrimiento son:
El parteaguas es una línea límite o línea imaginaria formada por los puntos de mayor
nivel topográfico y que separa la cuenca de las demás cuencas vecinas.
El área de la cuenca se define como la superficie en proyección horizontal delimitada por el parteaguas.
El escurrimiento principal de una cuenca es el que pasa por la salida de esta.

Con el apoyo de las cartas topográficas y la planimetría del Municipio de San Andrés Dinicuiti, se delimitó la cuenca que comprenden a los escurrimientos del emisor a construir.
Por otro lado, como se mencionó anteriormente uno de los indicadores más importantes del grado de respuesta de una cuenca a una tormenta es la pendiente del escurrimiento principal.
Dado que las pendientes varían a lo largo de dicho escurrimiento, es necesario definir una pendiente media.

MEMORIA DE CALCULO.

CARACTERÍSTICAS FISIOGRAFICAS DE LA CUENCA.

El área de la cuenca se determinó con la ayuda de las cartas Topográficas escala 1:50,000 para identificar la zona de aportación de la región en estudio, así como en Modelo Digital de Elevación (MDE) proporcionadas por el Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática (INEGI):

- La carta topográfica se digitalizó y geo posicionó en las coordenadas UTM en un archivo del programa AutoCAD. Con las herramientas propias del programa se determinó la cuenca, que corresponde a la superficie delimitada por el parteaguas expresada en kilómetros cuadrados.

IMAGEN IV. 30 DELIMITACIÓN DE LA SUBCUENCA.



Fuente: Simulador de Flujo de Agua de Cuencas Hidrográficas SIATL.

MÉTODO DE VEN TE CHOW.

Para calcular con este método el gasto máximo correspondiente a un periodo de retorno, se procedió como sigue:

Dependiendo de las características del suelo de la cuenca en estudio, éste se clasificó dentro de alguno de los siguientes tipos:

- Tipo A Suelos con potencial de escurrimiento mínimo. Incluye gravas y arenas de tamaño medio, limpias y mezclas de ambas.
- Tipo B Suelo con infiltración media inferior a la del tipo A. Incluye arenas finas, limos orgánicos e inorgánicos, mezclas de arena y limo.
- Tipo C Suelos con infiltración media inferior a la del tipo B. Comprende arenas muy finas, arcillas de baja plasticidad, mezclas de arena, limo y arcilla.
- Tipo D Suelos con potencial de escurrimiento máximo. Incluye principalmente arcillas de alta plasticidad, suelos poco profundos con subhorizontes casi impermeables cerca de la superficie.

Según el tipo de suelo, clasificado como se indica en el párrafo anterior, y de acuerdo con las características de la superficie de la cuenca, a partir de la Tabla se determinó el número de escurrimiento (n).

Tipo de microcuenca.

La descarga del flujo del arroyo es al Río Salado, por lo que tenemos una microcuenca exorreica.

Perímetro de la microcuenca.

Se realizo mediante el programa AutoCAD, tomando en cuenta la escala de la carta topográfica. El valor estimado es el siguiente:

P = 16.25 km

Área de la microcuenca.

Está definida por la proyección en planta que encierra el parteaguas, la cual se determinó tomando en cuenta la escala de la carta topográfica y mediante el empleo del programa AutoCAD, su valor resulto de: A = 4.11 km2

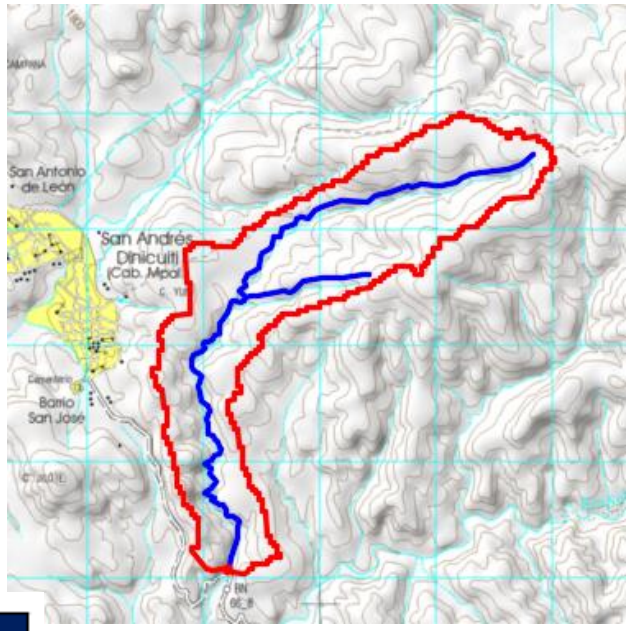


Tabla 5. Clasificación de Chow.		
Tamaño de cuenca	Área (km²)	
Muy pequeña	A	< 25
Pequeña	25	< 250
Intermedia - Pequeña	250	< 500
Intermedia - Grande	500	< 2500
Grande	2500	< 5000
Muy grande	A	> 5000

Tamaño de la microcuenca. De acuerdo con la Tabla. como el valor del área está comprendido en el rango de A < 4.11 < 25 Km^2 se tiene una microcuenca muy pequeña.

PENDIENTE MEDIA DEL RÍO.

En este proyecto se empleará el método de Taylor y Schwarz por considerarse más preciso.

donde:

m: Número de segmentos, en los cuales se subdivide el cauce principal.

$$s = \left[\frac{L}{l_1/\sqrt{s_1} + l_2/\sqrt{s_2} + \ldots + l_m/\sqrt{s_m}} \right]^2$$

s: Pendiente media del cauce.

s1, s2,.., sm: Pendiente de cada segmento, que se obtiene por dh/dl

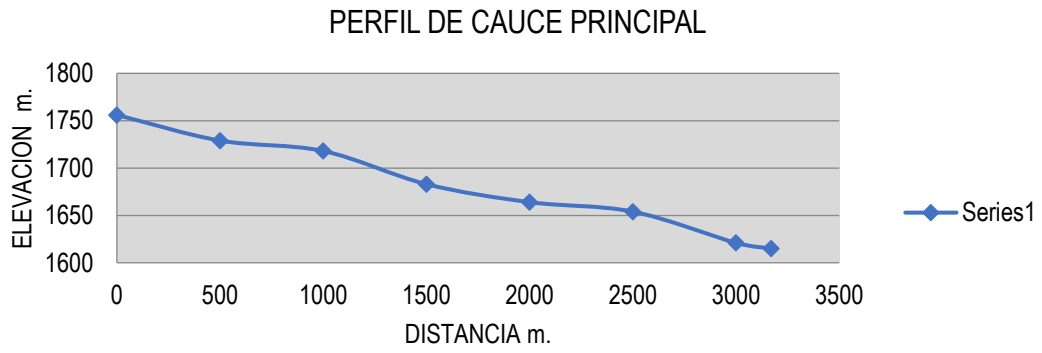
Longitud del cauce: 3170 m.
Se dividio la pendiente del cauce en 7 tramos.

Tramos	Long.(l) m.	Desnivel H m.	Pendiente S	√ S	l/√ S
D* 1	500	27	0.05	0.232379	2151.657415
2	500	11	0.02	0.14832397	3370.999312
3	500	35	0.07	0.26457513	1889.822365
4	500	19	0.04	0.19493589	2564.94588
5	500	10	0.02	0.14142136	3535.533906
6	500	33	0.07	0.25690465	1946.24736
N*7	170	6	0.04	0.18786729	904.8941006
	3170	141		SUMA	16364.10034

Aplicando la fórmula de Taylo & Schartz

$$S = \left[\frac{L}{\frac{l_1}{\sqrt{S_1}} + \frac{l_2}{\sqrt{S_2}} + \ldots\ldots \frac{l_n}{\sqrt{S_n}}} \right]^2 = 0.037526171$$

3.75 %



TIEMPO DE CONCENTRACIÓN.

El tiempo de concentración es el tiempo requerido por una gota de agua para fluir desde el punto más remoto en la cuenca hasta el punto de interés.
Entonces, el tiempo de duración de la lluvia se hace igual al tiempo de concentración, el cual está asociado a la distancia del punto más alejado que contribuye al escurrimiento.
La tormenta de diseño tiene una duración igual al tiempo de concentración; por lo que éste último puede ser evaluado mediante la expresión de Kirpich, que a continuación se detalla.

Formula de Kirpich:

$$TC = 0.00622 \ \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}}$$

Donde:

C= coeficiente de infiltración o escurrimiento
L= Longitud del colector principal, en m.
S= Pendiente del colector principal, en milésimos
V=Velocidad m/minuto

$$Tc = 0.00622 \ \frac{3170^{0.77}}{3.75^{0.385}} = 0.57 \ hrs \ \approx 34.18 \ min$$

PERIODO DE RETORNO PARA EL GASTO TEÓRICO DE DISEÑO.

El cálculo de la precipitación máxima de diseño se calcula en base a la aplicación del método probabilístico de Gumbel, el cual se encuentran en las normas técnicas hidrológicas de la Comisión Nacional del Agua CONAGUA. Los resultados obtenidos están basados en las precipitaciones máximas anuales en 24 hr. de la estación climatológica.

Para puentes con longitud de hasta 100 metros en carreteras tipo “C” y “D”, Según la clasificación del reglamento sobre el peso, Dimensiones y Capacidad de los vehículos de Autotransporte que transitan en los Caminos y Puentes de Jurisdicción Federal, el Periodo de Retorno será de 50 Años.

Para puentes con longitud mayor de 100 metros o de cualquier longitud en autopistas y carreteras tipos “ET”, “A” y “B”, Según la Clasificación del Reglamento Sobre el Peso, Dimensiones y Capacidad de los vehículos de Autotransporte que transitan en los Caminos y Puentes de Jurisdicción Federal, el Periodo de Retorno será de 100 Años.

Si se tratan de grandes ríos, que se hayan canalizado para no afectar poblaciones importantes o zonas industriales, el periodo de retorno será el que haya utilizado en el diseño de canalización.

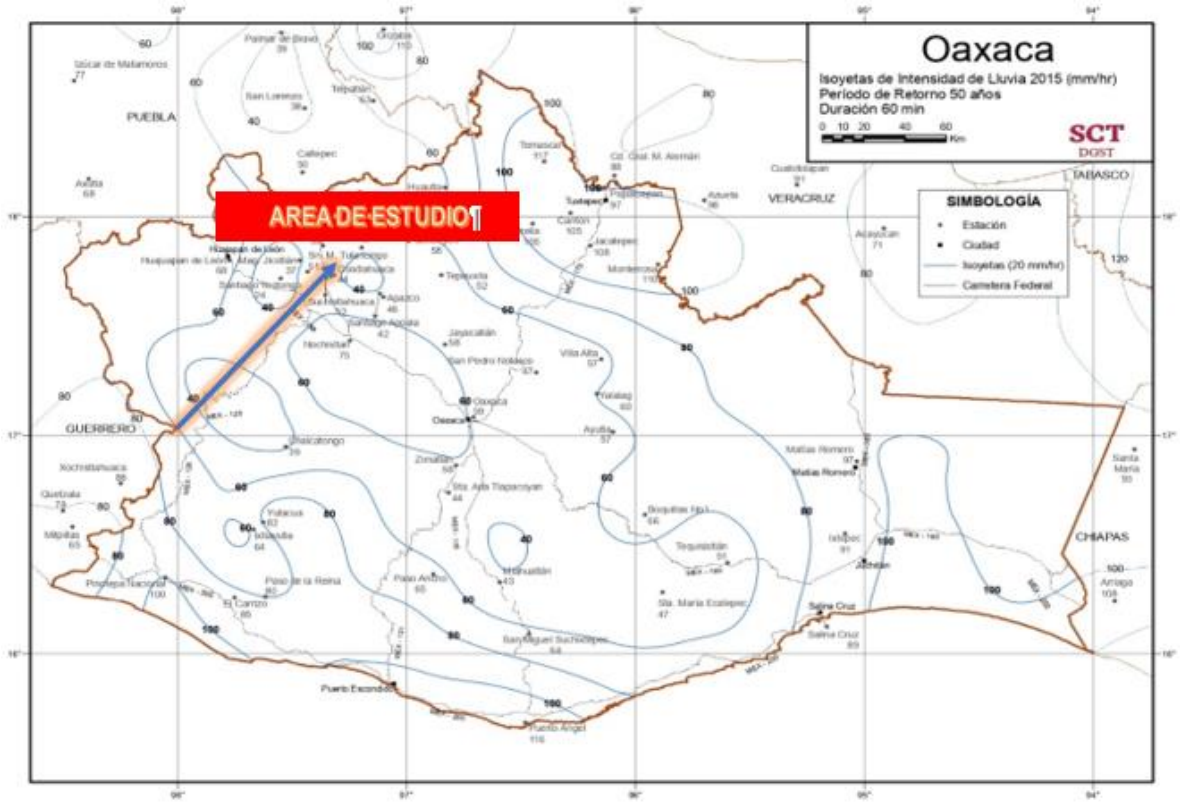
Para puentes en zonas con presencia de tormentas tipo ciclónicas en cualquier tipo de carreteras, el periodo de retorno será de 1000 años.

TIPO DE CARRETERA	PERÍODO DE RETORNO EN AÑOS	OBSERVACIONES
ET, A Y B	50	Carreteras localizadas en zonas no costeras de la República Mexicana
ET, A Y B	100	Carreteras localizadas en zonas costeras de la República Mexicana
C Y D	25	Carreteras localizadas en zonas no costeras de la República Mexicana
C Y D	50	Carreteras localizadas en zonas costeras de la República Mexicana

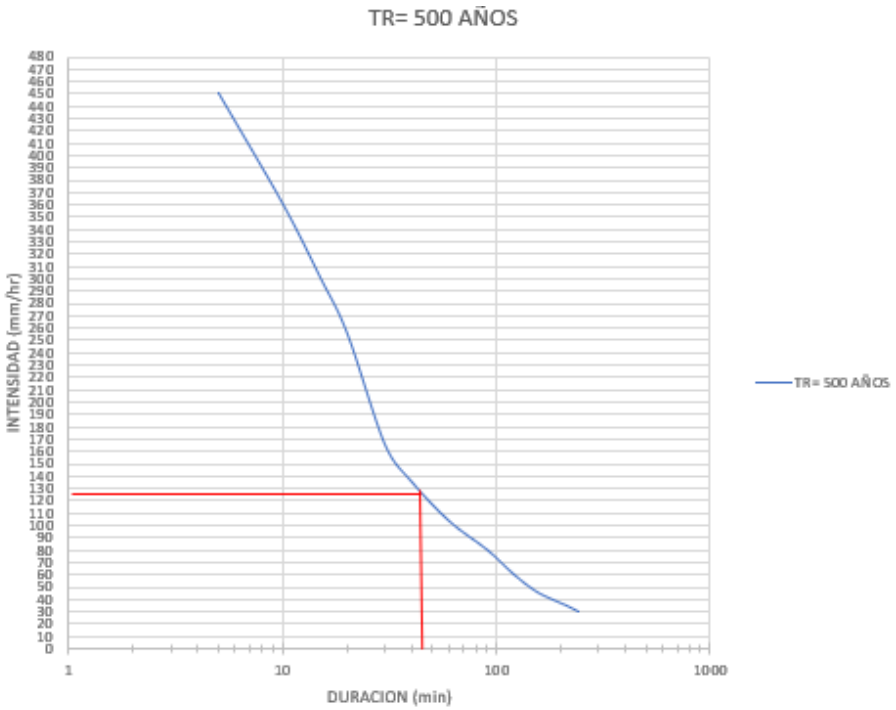
Con referencia a lo anterior se establece que el periodo de retorno con el que se diseñará será de 50 años.

ISOYETAS SCT.

La SCT publica en forma periódica mapas de isoyetas i-d-t para cada estado de la república mexicana, con duraciones de 5 a 240 minutos y periodos de retorno de 10 a 1000 años, en la figura se puede apreciar las isoyetas del estado de Oaxaca, entidad en donde se localiza entre las coordenadas 17°40'8.30" de latitud norte y 97° 42'56.30" de longitud oeste. Dicha duración es la analizada en el presente estudio por lo tanto se tomará como referencia.



TR= 500 AÑOS				
Duración t,(min)	**I (mm/hr)**			
5	450			
10	360			
15	300			
20	255		D (min)	I (mm/h)
30	165		40.00	135.00
40	135		34.18	125.69
60	103		60.00	103.00
90	80			
120	60			
150	47			
180	40			
210	35			
240	30			



El valor de intensidad para el sitio de estudio de acuerdo con datos de la SCT es de **125.69 mm/h.**

COEFICIENTES DE ESCURRIMIENTO.

Se elaboró una relación que contuvo todas las zonas identificadas, indicándose para cada una de ellas, su área (Ai), su pendiente (Si), su coeficiente de escurrimiento (Ci) y las condiciones de su superficie, describiéndose su geología, tipo y uso del suelo, así como tipo y densidad de la vegetación.
Se obtuvo el coeficiente de escurrimiento de la cuenca (C) de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$Ce = \frac{\sum_{i=1}^{n} A_i \, C_i}{A}$$

Donde:

C=Coeficiente de escurrimiento de la cuenca (adimensional).
Ai= Área Total de la cuenca i (Km2).
Ci= Coeficiente de escurrimiento de la Zona (adimensional).
A= Área total de la Cuenca, (Km2).
n= Numero de Zonas identificadas.

El coeficiente C representa la relación entre el volumen escurrido y el llovido, y depende del tipo de terreno o superficie de la cuenca en estudio. En la tabla siguiente se muestran los valores que se usualmente se adoptan para dicho coeficiente.

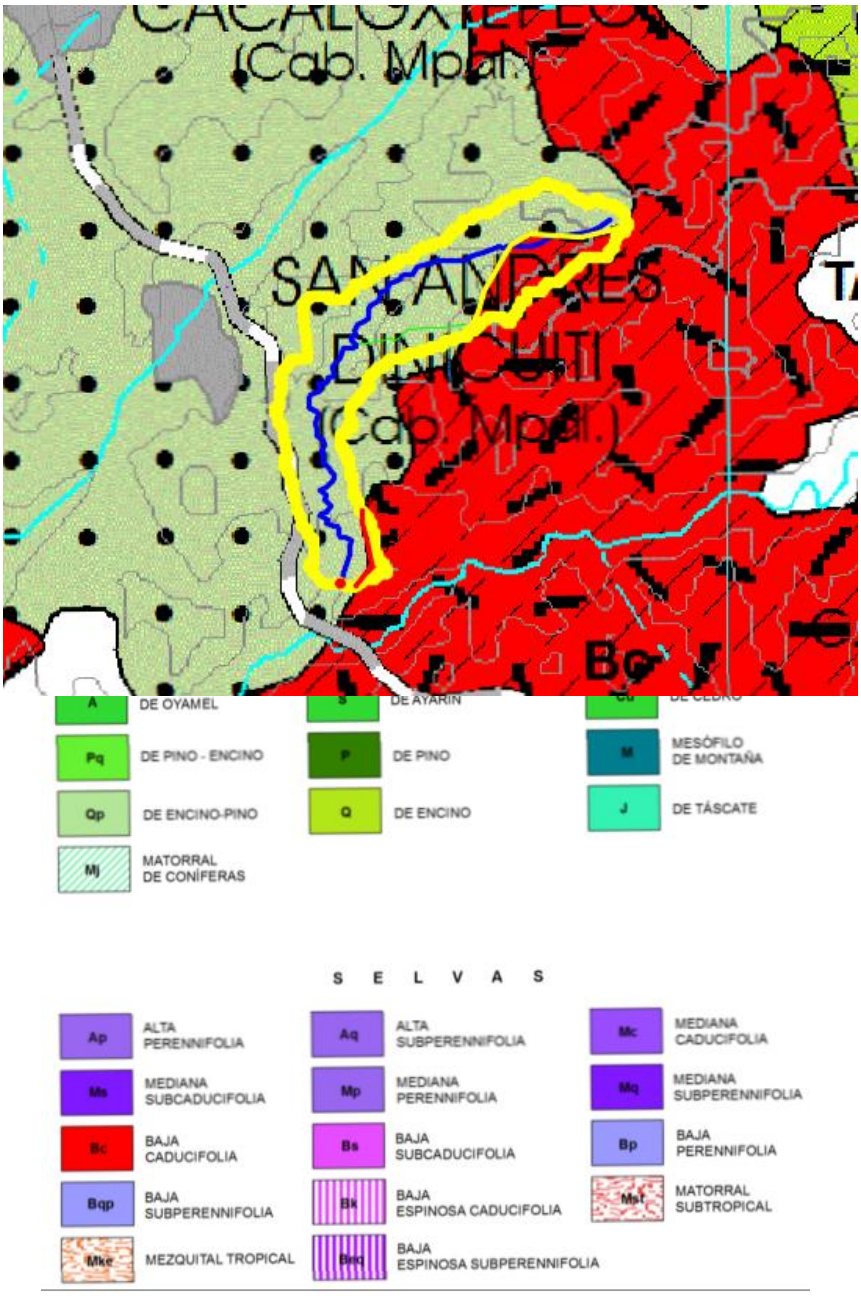
TABLA IV. 23 COEFICIENTES DE ESCURRIMIENTO

TIPO DEL ÁREA POR DRENAR	PEMDIENTE (%)	COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO C
Con césped		
Suelo arenoso	2	0.05 - 0.10
Suelo arenoso	2 a 7	0.10 - 0.15
Suelo arenoso	7	0.15 - 0.20
Suelo grueso	2	0.13 - 0.17
Suelo grueso	2 a 7	0.18 - 0.22
Suelo grueso	7	0.25 - 0.35
Zonas comerciales		
Áreas céntricas		0.70 - 0.95
Áreas vecinas		0.50 - 0.70
Zonas residenciales		
Áreas familiares		0.30 - 0.50
Áreas multifamiliares separadas		0.40 - 0.60
Áreas multifamiliares juntas		0.60 - 0.75
Áreas suburbanas		0.25 - 0.40
Áreas de departamentos habitacionales		0.50 - 0.70
Zonas industriales		
Claros		0.50 - 0.70
Zonas densamente construidas		0.60 - 0.90
Parques y cementerios		0.10 - 0.25
Áreas de recreo		0.20 - 0.35
Patios de FF CC		0.20 - 0.40
Áreas provisionales		0.10 - 0.30

Calles		
Asfaltadas		0.70 - 0.95
De concreto		0.80 - 0.95
Enladrillado		0.70 - 0.85
Calzadas y banquetas		0.75 - 0.85
Azoteas y techados		0.75 - 0.95
Zonas rurales		
Campos cultivados		0.20 - 0.40
Zonas forestadas		0.10 - 0.30

USO DEL SUELO

IMAGEN IV. 31 CARTAS DE USO DE SUELO INEGI.



CALCULO DE GASTO DE DISEÑO.

METODO RACIONAL AMERICANO.

Por otro lado, existen diversos métodos racionales y empíricos para determinar el gasto de diseño, en este nuestro caso se optó por el Método Racional Americano, por ser uno de los métodos más aceptados para calcular un alcantarillado pluvial.
Los principales parámetros que intervienen en el proceso de conversión de lluvia a escurrimiento son los siguientes:

- Área total de la cuenca
- Longitud del colector principal
- Distribución de la lluvia en el tiempo
- Precipitación
- Distribución en el espacio de la lluvia y de las características de la cuenca.

Formula del Método Racional Americano:

$$Q = 2.778 * C * I * A$$

Donde:

C= coeficiente de escurrimiento que depende de las características de la cuenca y expresa la relación entre el caudal llovido y el escurrido.
I= intensidad de lluvia (mm/h)
A=área drenada (Ha)

E) Campos cultivados		0,20	0,40
G) Zonas forestadas	---	0,10	0,30
H) Parques y cementerios	---	0,10	0,25
I) Areas de recreo y campos de juego	---	0,20	0,35
J) Azoteas y techados	---	0,75	0,95

NOTA: SE TOMA COMO VALOR INTERMEDIO DEL MINIMO Y MAXIMO DE LOS VALORES DEL COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO

KM	OBSERV.	ESVIAJE	SENTIDO DEL ESCURRIMIENTO	DATOS HIDROLOGICOS			ANÁLISIS HIDROLÓGICO (RACIONAL)			
				A (km²)	Log Cauce (km)	Pendiente del Cauce (%)	Tc (min)	Intensidad I(mm/h)	Coef C	Q (m3/seg)
12+616	ARROYO	EN CURVA	DERECHO	4.1100	3.17	3.75%	34.18	129.82	0.25	37.08

METODO VEN TE CHOW.

Para calcular con este método el gasto máximo correspondiente a un periodo de retorno, se procedió como sigue: Dependiendo de las características del suelo de la cuenca en estudio, éste se clasificó dentro de alguno de los siguientes tipos:

- Tipo A Suelos con potencial de escurrimiento mínimo. Incluye gravas y arenas de tamaño medio, limpias y mezclas de ambas.
- Tipo B Suelo con infiltración media inferior a la del tipo A. Incluye arenas finas, limos orgánicos e inorgánicos, mezclas de arena y limo.
- Tipo C Suelos con infiltración media inferior a la del tipo B. Comprende arenas muy finas, arcillas de baja plasticidad, mezclas de arena, limo y arcilla.
- Tipo D Suelos con potencial de escurrimiento máximo. Incluye principalmente arcillas de alta plasticidad, suelos poco profundos con subhorizontes casi impermeables cerca de la superficie.

Según el tipo de suelo, clasificado como se indica en el párrafo anterior, y de acuerdo con las características de la superficie de la cuenca, a partir de la Tabla se determinó el número de escurrimiento (n).

TABLA IV. 24 CARACTERÍSTICAS DEL SUELO.

Uso de la tierra o cobertura	Condición de la superficie	Tipo de suelo			
		A	B	C	D
Bosques sembrados y cultivados	Ralo, baja transpiración	45	66	77	83
	Normal, transpiración media	36	60	73	79
	Espeso o alta transpiración	25	55	70	77
Caminos	De tierra	72	82	87	89
	De superficie dura	72	84	90	92
Bosques naturales	Muy ralo o baja transpiración	56	75	86	91
	Ralo, baja transpiración	46	68	78	84
	Normal, transpiración media	36	60	70	76
	Espeso o alta transpiración	26	52	62	69
	Muy espeso o alta transpiración	15	44	54	61
Descanso (sin cultivo)	Surcos rectos	77	86	91	94
Cultivos de surco	Surcos rectos	70	80	87	90
	Surcos en curvas de nivel	67	77	83	87
	Terrazas	64	73	79	82
Cereales	Surcos rectos	64	76	84	88
	Surcos en curvas de nivel	62	74	82	85
	Terrazas	60	71	79	82
Leguminosas (sembradas con maquinaria al voleo) o potrero de rotación	Surcos rectos	62	75	83	87
	Surcos en curvas de nivel	60	72	81	84
	Terrazas	57	70	78	82
Pastizal	Pobre	68	79	86	89
	Normal	49	69	79	84
	Bueno	39	61	74	80
	Curvas de nivel, pobre	47	67	81	88
	Curvas de nivel, normal	25	59	75	83
	Curvas de nivel, bueno	6	35	70	79
Potreo (permanente)	Normal	30	58	71	78
Superficie impermeable		100	100	100	100

SI existen varias zonas con suelos de tipos diferentes, para cada una de ellas se determina su número de escurrimiento (ni), así como su área (Ai) y se obtuvo el número de escurrimiento de toda la cuenca aplicando la siguiente fórmula:

$$n = \frac{\sum_{i=1}^{k} n_i A_i}{A}$$

Donde:

n = Número de escurrimiento de la cuenca en estudio, adimensional
ni = Número de escurrimiento de la zona i, adimensional
Ai = Área de la zona i, (km2)
A = Área total de la cuenca, (km2)
k = Número de zonas identificadas

Con una duración de la tormenta (t), en minutos o en horas, según se requiera, se entró verticalmente en las curvas de intensidad-duración-periodo de retorno, hasta la curva correspondiente al periodo de retorno establecido y se determinó horizontalmente la intensidad de lluvia en milímetros por hora.
Se calculó la altura de precipitación (P) correspondiente a la intensidad de lluvia determinada como se indicó en el párrafo anterior, multiplicando ésta por la duración de la tormenta seleccionada y se transformó a centímetros.
Con el número de escurrimiento (n) y la altura de precipitación (P), se determinó la precipitación en exceso (Pe) con la siguiente fórmula:

$$P_e = \frac{\left[P - \frac{508}{n} + 5.08\right]^2}{P + \frac{2.032}{n} - 20.32}$$

Donde:

Pe = Precipitación en exceso para la duración de tormenta seleccionada y el Tr establecido, (cm)
P = Altura de precipitación para la duración de tormenta seleccionada y el Tr establecido, (cm)
n = Número de escurrimiento de la cuenca en estudio, adimensional

Con base en la precipitación en exceso (Pe) y la duración de la tormenta (t) seleccionada, se determinó el factor de escurrimiento (X), en centímetros por hora, con la siguiente ecuación:

Donde:

$$X = \frac{P_e}{t}$$

X = Factor de escurrimiento, (cm/h)
Pe = Precipitación en exceso para la duración de tormenta seleccionada y el Tr establecido, (cm)
t = Duración de la tormenta seleccionada, (h)

Con la longitud del cauce principal (L) convertida a metros y su pendiente media (Sc) expresada en por ciento, se calculó el tiempo de retraso (tr), mediante la siguiente fórmula:

$$t_r = 0.00505\left(\frac{L}{Sc}\right)^{0.64}$$

Donde:

tr = Tiempo de retraso, (h)
L = Longitud del cauce principal, (m)
Sc = Pendiente media del cauce principal, (%)

Se calculó la relación entre la duración de la tormenta seleccionada y el tiempo de retraso (t/tr), se determinó el factor de reducción del pico (Z), adimensional.
El gasto producido por la precipitación con la duración de la tormenta seleccionada, para el periodo de retorno establecido, se calculó con la siguiente fórmula:

$$Q = 2.78AXZ$$

Donde:

Q = Gasto para la duración de la tormenta seleccionada y el periodo de retorno establecido, (m³/s)
A = Área de la cuenca, (km2)
X = Factor de escurrimiento, (cm/h)
Z = Factor de reducción del pico, adimensional

$\eta =$ 67.75

I (mm/hr)= 128.82 I (cm/hr)= 12.882 2.147

d (hrs)	I (mm/hr)	I(cm/h)	P (cm)	Pe (cm)	X	Tp	d/Tp	Z	Q (m3/s)
0.08	350	35	2.8	0.01170318	0.14628978	0.58	0.13893469	0.10908325	0.18233023
0.17	275	27.5	4.675	0.35507965	2.08870383	0.58	0.29523621	0.22355655	5.33520208
0.25	225	22.5	5.625	0.67237214	2.68948856	0.58	0.4341709	0.32497784	9.98642549
0.33	210	21	6.93	1.22628589	3.71601784	0.58	0.57310558	0.43286032	18.37859
0.5	175	17.5	8.75	2.17648615	4.35297229	0.58	0.86834179	0.59961902	29.822766
0.67	140	14	9.38	2.5441201	3.79719417	0.58	1.163578	0.72701777	31.5423794
1	105	10.5	10.5	3.23815644	3.23815644	0.58	1.73668359	0.91584113	33.8847735
1.5	75	7.5	11.25	3.7284081	2.4856054	0.58	2.60502538	1	28.4000302
2	50	5	10	2.92232541	1.4611627	0.58	3.47336717	1	16.6949528
2.5	45	4.5	11.25	3.7284081	1.49136324	0.58	4.34170897	1	17.0400181
3	36	3.6	10.8	3.43197325	1.14399108	0.58	5.21005076	1	13.0710133
3.5	30	3	10.5	3.23815644	0.92518755	0.58	6.07839255	1	10.571008
4	25	2.5	10	2.92232541	0.73058135	0.58	6.94673435	1	8.3474764

USO DE SUELO			
A. DE CUENCA	(km2)		COEF.
AREA TOTAL	4.11	100%	
PASTIZAL N= 69	3.54	86%	59.4306569
SELVA N= 60	0.57	14%	8.32116788
			67.75

Q(m³/s)= 33.8848

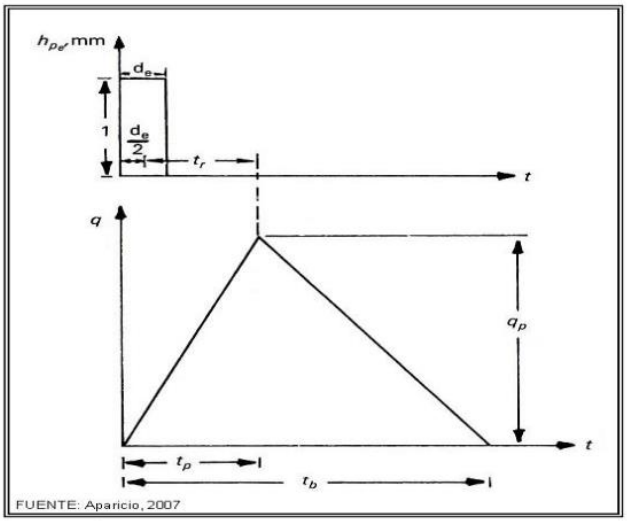
HIDROGRAMA UNITARIO TRIANGULAR (HUT).

Los métodos que se basan en hidrogramas unitarios sintéticos permiten obtener hidrogramas unitarios a partir de las características generales de la cuenca. Uno de estos métodos es el hidrograma unitario triangular, desarrollado por Mockus (1957, en Aparicio, 2007). La figura presentada esquematiza este tipo de hidrograma. En un hidrograma triangular, el gasto pico se calcula:

$$q = \frac{0.555\ A}{t_b}$$

Donde:

qp = gasto pico unitario, en m³ /s / mm
A = área de la cuenca, en km²
Tb= tiempo base, en hrs



FUENTE: Aparicio, 2007

Del análisis de varios hidrogramas, Mockus determinó que el tiempo base puede calcularse en función del tiempo pico:

$$t_b = 2.67\ t_p$$

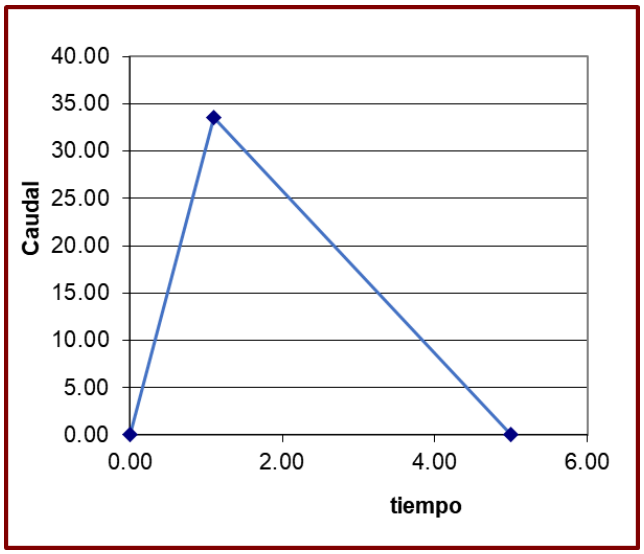
El tiempo pico es:

$$t_p = \frac{d_e}{2} + t_r$$

La duración en exceso con la que se tiene mayor gasto del pico, a falta de mejores datos, se puede calcular como:

$$de = 2\sqrt{tc}$$

Datos de entrada			***Cálculos***	
Long cauce=	3.17	km.	Pendiente=	0.037500 m/m
Cota max=	1756	m		
Cota min=	1615	m	t conc=	0.57 horas
area de la cuenca	4.11	km2	duracion en exceso=	**1.51** horas
Precipitación=	73.43	mm	tiempo de retraso=	**0.34** horas
			tiempo tiempo pico=	1.10 horas
			tiempo base=	5.00 horas
			Caudal de la punta=	**33.50 m^3/seg.**



CONCLUSIONES.

TABLA IV. 25 RESUMEN DE GASTOS OBTENIDOS POR MÉTODOS RACIONAL AMERICANO, HIDROGRAMA UNITARIO TRIANGULAR Y VEN TE CHOW.

RACIONAL AMERICANO	*H. UNITARIO TRINGULAR*	*VEN TE CHOW*
37.08 m³/seg	***33.50 m³/seg***	***33.88 m³/seg***

Cabe señalar que, de acuerdo con sus hipótesis y rangos de aplicación, los dos métodos semiempiricos son adecuados, y al ser el método racional más confiable, se adopta como gasto de estudio.
A partir de los gastos de diseño, y aceptando que las aportaciones pluviales se desalojarán de manera superficial hasta el punto más bajo de cada cuenca esto mediante las estructuras de Proyecto, se procedió a efectuar los análisis hidráulicos.

IV.2.4.3 Hidrología Subterránea

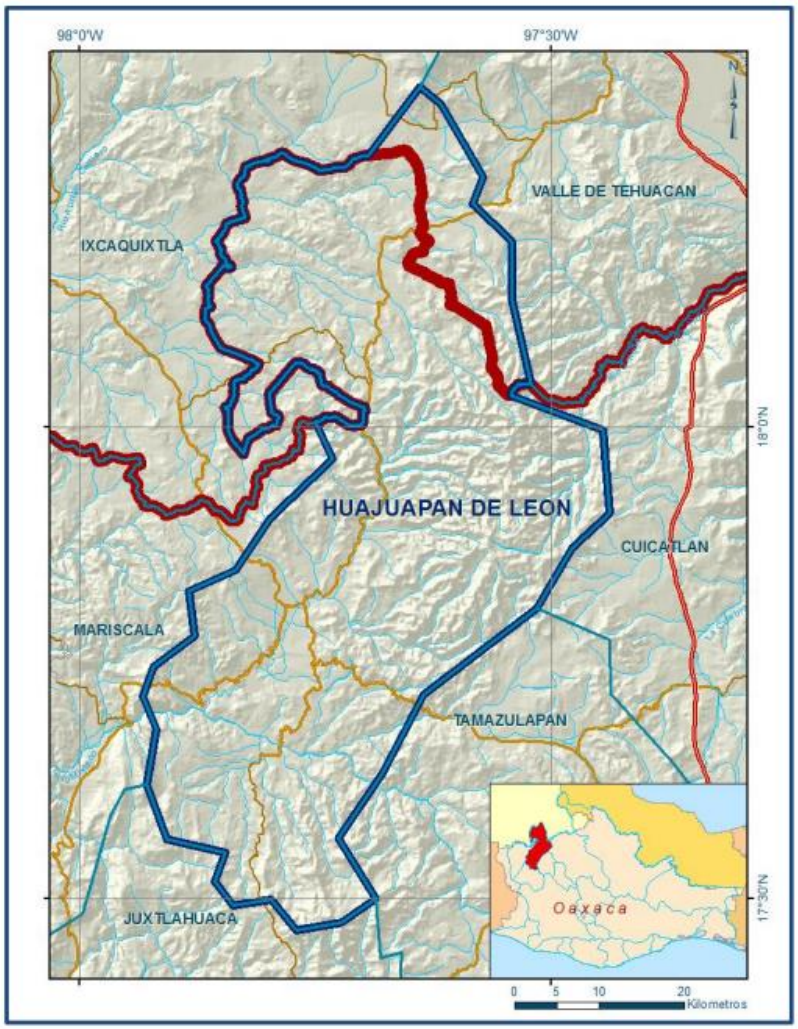
En lo que respecta al SA del proyecto, se encuentra en su totalidad sobre el acuífero Huajuapan de León 2014.

IV. 2.4.3.1 Acuífero Huajuapan de León 2014

El acuífero Huajuapan de León, clave 2014, está comprendido en la Provincia Fisiográfica Sierra Madre del Sur, en las subprovincias Sierras Altas Oaxaqueñas, al norte y oriente, y Balsas-Mezcala, en su porción suroccidental. Se localiza en la porción noroeste del Estado de Oaxaca, comprende una superficie de 2,686 kilómetros cuadrados y abarca totalmente los municipios de Santiago Chazumba, Cosoltepec, San Pedro y San Pablo Tequixtepec, San Juan Bautista Suchitepec, Asunción Cuyotepeji, Santa María Camotlán, Santiago Huajolotitlán, Santiago Cacaloxtepec y parcialmente a los municipios de Heroica Ciudad de Huajuapan de León, Santa Catarina Zapoquila, Santiago Miltepec, Concepción Buenavista, Zapotitlán Palmas, Santiago Ihuitlán Plumas, Tlacotepec Plumas, San Francisco Teopan, San Pedro Nopala, Santa Magdalena Jicotlán, Teotongo, Villa de Tamazulápam del Progreso, San Andrés Dinicuiti, Santo Domingo Yodohino, Villa de Chilapa de Díaz, San Jerónimo Silacayoapilla, San Marcos Arteaga, Santo Domingo Tonalá, Tezoatlán de Segura y Luna, San Juan Ñumí, San Antonino Monte Verde, San Sebastián Nicananduta, todos del Estado de Oaxaca, y parcialmente los municipios de Atexcal, Zapotitlán y Caltepec del Estado de Puebla. Administrativamente corresponde a la Región Hidrológico-Administrativa Balsas.

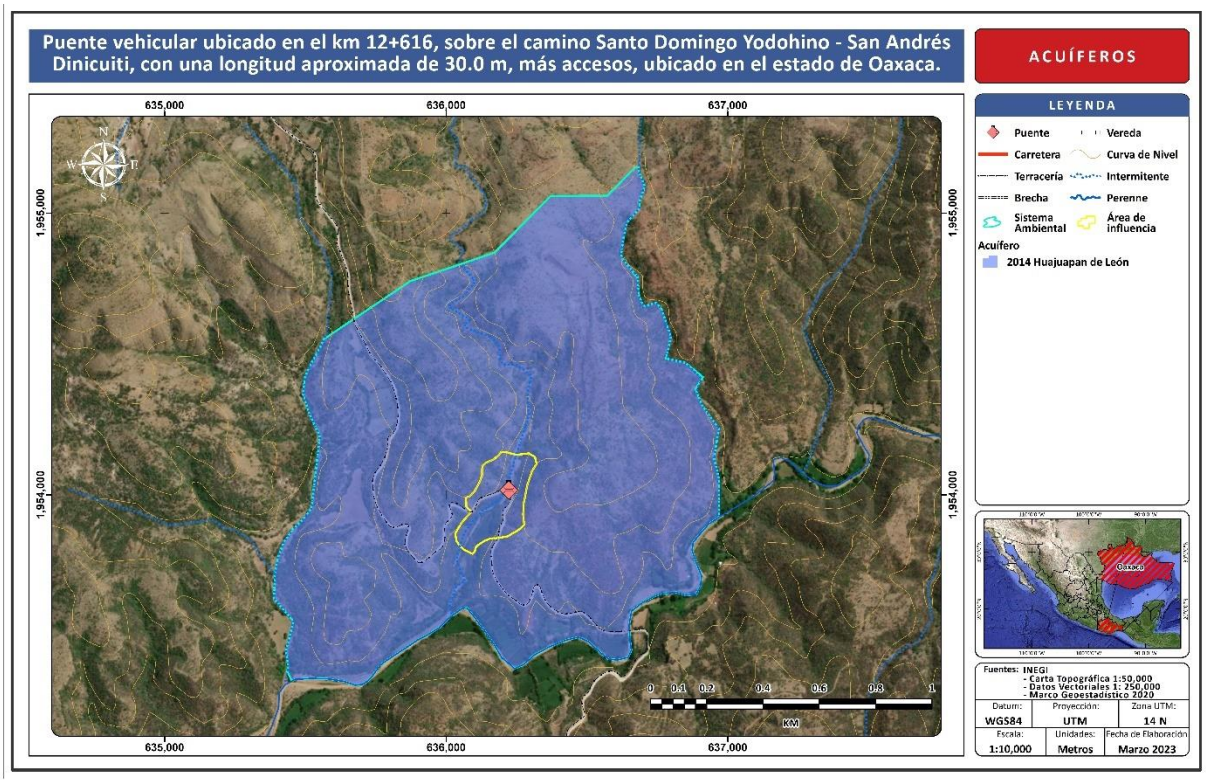
El acuífero Huajuapan de León, clave 2014, es de tipo libre, heterogéneo y anisótropo, constituido en su porción superior, por sedimentos aluviales y fluviales conformados por arenas finas, arenas gruesas y gravas, cuyo espesor aproximado es de 18 metros, en donde el agua subterránea se desplaza entre los poros, principalmente en el subálveo de los cauces de los ríos y arroyos que cruzan los valles y hondonadas, así como las márgenes de los mismos; el basamento impermeable está formado por rocas metamórficas e intrusivas.
Las fronteras y barreras al flujo subterráneo, así como el basamento geohidrológico del acuífero están representadas por las rocas metamórficas e intrusivas del Complejo Oaxaqueño.

IMAGEN IV. 32 LOCALIZACIÓN DEL ACUÍFERO HUAJUAPAN DE LEÓN 2014 OAXACA.



Fuente: CONAGUA, 2020.

IMAGEN IV. 33 LOCALIZACIÓN DEL ACUÍFERO 2014 HUAJUAPAN DE LEÓN.



Fuente: SECIRA S.A. de C.V. 2023

TIPO DE ACUÍFERO

Las evidencias geológicas, geofísicas e hidrogeológicas permiten definir la presencia de un acuífero tipo libre heterogéneo y anisótropo, constituido en su porción superior, por arenas finas, arenas gruesas y gravas, cuyo espesor es del orden de 18 metros, el cual tiene un basamento impermeable, formado por rocas metamórficas y granodiorita. Las gravas, alojadas a lo largo de los cauces de ríos y arroyos que drenan el área, así como las que se encuentran en las márgenes de los mismos, es básicamente a lo que se limita el acuífero.

HIDROGEOQUÍMICA Y CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA

Como parte de los trabajos de campo del estudio realizado en 2010, se tomaron 48 muestras de agua subterránea en aprovechamientos distribuidos en la zona para su análisis fisicoquímico correspondiente. Las determinaciones incluyeron temperatura, conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos (STD), pH, Eh, Nitratos, iones mayoritarios y dureza total.
La concentración de sólidos totales disueltos (STD) presenta valores que varían de 200 a 590 ppm, que no sobrepasan el límite máximo permisible de 1000 ppm establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994 de STD para el agua destinada al consumo humano.

Con respecto a la conductividad eléctrica, el agua se clasifica de manera general como dulce de buena calidad, de acuerdo al criterio establecido por la American Potability and Health Association (APHA, 1995), ya que sus valores varían de 400 a 1190 μS/cm. Todos los valores de pH en el área de estudio se encuentran entre los límites máximos permisible que marca la Norma Oficial Mexicana para el agua destinada al consumo humano, ya que se registran valores de 6.9 a 8.5, que representa agua ligeramente alcalina en la que existe predominio en el contenido de carbonatos, con respecto a los sulfatos. Los valores de temperatura registrados varían 14 a 22.5°C.

La dureza total (DT) viene dada por el contenido total de iones Ca^{+2} y Mg^{+2} en solución; se expresa en mg/L o la dureza total como carbonato de calcio (en mg/L). En general se consideran aguas blandas las de dureza inferior a 50 mg/L de $CaCO_3$, aguas duras las que tienen hasta 200 mg/L de $CaCO_3$ y muy duras las que superan esta cifra. En el Acuífero Huajuapan de León, se encontraron dos captaciones de agua subterránea de agua dura con valores de 134.85 y 181.35 mg/L (H13 y H21); en el resto del área de estudio, el agua es muy dura con valores que están en el rango de 202 a 618 mg/L y solo uno alcanza los 1,042.43 mg/L (H41).
De acuerdo con el criterio de Wilcox, que relaciona la conductividad eléctrica con la Relación de Adsorción de Sodio (RAS), el agua extraída se clasifica como de salinidad media (C_2) y alto (C_3) con contenido bajo de sodio intercambiable (S_1), lo que indica que es apropiada para su uso en riego con restricciones. Con respecto a las concentraciones de elementos mayores por ion dominante, se identificó como familia dominante la sódico-cálcica-bicarbonatada, que corresponde a agua de reciente infiltración.

CENSO DE APROVECHAMIENTO E HIDROMETRÍA

De acuerdo con la información del censo de aprovechamientos, llevado a cabo como parte del estudio realizado en el 2010, se registró un total de 322 aprovechamientos: 291 norias, 5 pozos y 26 manantiales, del total de aprovechamientos, 303 se encuentran activos y los restantes 19 inactivos permanentemente.
El volumen de extracción asciende a 3.4 hm^3 anuales, de los cuales 2.61 hm^3 (76.89 %) se destinan al uso público-urbano, 0.7 hm^3 (20.55 %) se destinan al uso agrícola, 0.063 hm^3 (1.87%) se destinan al uso doméstico, 0.02 hm^3 (0.56%) se destinan al uso múltiple y el 0.004 hm^3 (0.13 %) restantes se utilizan para el uso de servicios.

BALANCE DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

El balance de aguas subterráneas se planteó para el año 2010, en una superficie de 43.4 km^2, que corresponde a la zona donde se cuenta con información piezométrica y en la que se localiza la mayoría de los aprovechamientos subterráneos.
La diferencia entre la suma total de las entradas (recarga) y la suma total de las salidas (descarga), representa el volumen de agua perdido o ganado por el almacenamiento del acuífero, en el periodo de tiempo establecido.
La ecuación general de balance, de acuerdo a la ley de la conservación de la masa es la siguiente:

Entradas (E) - Salidas (S) = Cambio de masa

Aplicando esta ecuación al estudio del acuífero, las entradas quedan representadas por la recarga total, las salidas por la descarga total y el cambio de masa por el cambio de almacenamiento del acuífero:

Recarga total - Descarga total = Cambio de almacenamiento

ENTRADAS

De acuerdo con el modelo conceptual definido para el acuífero, la recarga total que recibe el acuífero (R) ocurre por tres procesos naturales principales: por infiltración de agua de lluvia en el valle, por infiltración de los escurrimientos de los arroyos principales, que en conjunto se consideran como recarga vertical (Rv) y por flujo subterráneo horizontal (Eh).

De manera inducida, la infiltración de los excedentes del agua destinada al uso agrícola, que representa la ineficiencia en la aplicación del riego en la parcela; del agua residual de las descargas urbanas y de las pérdidas en las redes de distribución de agua potable, constituyen otra fuente de recarga al acuífero (Ri). Para este caso, debido a que los volúmenes utilizados en riego son muy bajos y no existen poblaciones urbanas importante, se considera que no existe recarga inducida. Por lo tanto, **Ri = 0**.

RECARGA VERTICAL (Rv)

Es uno de los términos que mayor incertidumbre implica su cálculo. Debido a que se cuenta con información para calcular el cambio de almacenamiento (∆VS), las entradas y salidas por flujo subterráneo, su valor será despejado de la ecuación de balance:

$$\mathbf{Rv + Eh – B – ETR – Sh – Dfb = \pm \Delta V(S)} \qquad \mathbf{(1)}$$

Donde:
Rv= Recarga vertical;
Eh= Entradas por flujo subterráneo horizontal;
B= Bombeo;
ETR= Evapotranspiración;
Dfb= Descarga por flujo base;
Sh= Salidas por flujo subterráneo horizontal;
ΔV(S)= Cambio de almacenamiento;

De esta manera, despejando la recarga vertical, se obtiene la siguiente ecuación:

$$\mathbf{Rv = B + ETR + Dfb + Sh – Eh \pm \Delta VS} \qquad \mathbf{(2)}$$

ENTRADAS POR FLUJO SUBTERRÁNEO HORIZONTAL (Eh)

Una fracción del volumen de lluvias que se precipita en las zonas topográficamente más altas del acuífero se infiltra por las fracturas de las rocas que forman parte de ellas y a través del pie de monte, para posteriormente recargar al acuífero en forma de flujos subterráneos que alimentan la zona de explotación. La recarga al acuífero tiene su origen en la precipitación pluvial sobre el valle y en la infiltración de los escurrimientos superficiales.
Para el cálculo de las entradas por flujo subterráneo horizontal se utilizó la configuración de elevación del nivel estático correspondiente al año 2010. Con base en esta configuración se seleccionaron canales de flujo y se aplicó la ley de Darcy para calcular el caudal "Q" en cada uno de ellos, mediante la siguiente expresión:

$$\mathbf{Q = T * B * i}$$

Dónde:
B: Largo del canal de flujo;
i: Gradiente hidráulico (i=h_2-h_1/a);
T: Transmisividad;

El volumen total de entradas por flujo subterráneo horizontal asciende a **4.0 $\boldsymbol{hm^3}$/año**. Los valores de transmisividad utilizados para el cálculo de las entradas y salidas subterráneas son los promedios obtenidos de la interpretación de pruebas de bombeo, adaptadas al espesor saturado en cada zona.

EVAPOTRANSPIRACIÓN (ETR)

Este parámetro es la cantidad de agua transferida del suelo a la atmósfera por evaporación y transpiración de las plantas, por lo tanto, es considerada una forma de pérdida de humedad del sistema. Existen dos formas de evapotranspiración: la que considera el contenido de humedad en el suelo y la que considera la etapa de desarrollo de las plantas (Evapotranspiración Potencial y la Evapotranspiración Real). El escurrimiento y el volumen de evapotranspiración real (ETR) es un parámetro utilizado para la recarga potencial de infiltración.
El cálculo de la evapotranspiración corresponde con aquella pérdida de agua freática somera y que se aplica al balance de aguas subterráneas, considerando que el concepto tiene influencia hasta una profundidad máxima de 5 m, hasta la que penetra la vegetación en este tipo de climas, bajo el siguiente proceso: En zonas donde el nivel estático se encuentra a una profundidad menor a 5 m, se calcula el valor de ETR exclusivamente para estas zonas de niveles someros y se pondera el valor del volumen obtenido, partiendo de una relación lineal

inversa entre la profundidad al nivel estático (PNE) y el % de ETR. Suponiendo una profundidad límite de extinción de 5 m para el fenómeno de ETR, a menor profundidad mayor será el % de ETR, de tal manera que a 5 m el valor de ETR es nulo y a 0 m el valor es del 100 %, a 4 m el 20%, a 2 m el 60% etc.
La estimación del valor de la evapotranspiración se calculó multiplicando el área donde tiene lugar el fenómeno por la lámina de evapotranspiración obtenida y por el % que le corresponde de acuerdo con la gráfica anterior. De esta manera, tomando en cuenta una superficie de 21.7 km^2 de la zona aledaña al cauce de los ríos en la que la profundidad media al nivel del agua subterránea es de 2 m y la lámina de evapotranspiración obtenida de 564.4 mm (con valores de 701.4 mm anuales para la precipitación y 15.5 °C de temperatura), de acuerdo con la gráfica, tenemos que la ETR = 21.7 km^2 (0.5644 m) (0.6) = 7.4. Por lo tanto, la **ETR = 7.4 km^3/año**.

EXTRACCIÓN POR BOMBEO (B)

Como se menciona en el apartado de censo e hidrometría, el valor de la extracción por bombeo calculado es de **3.4 hm^3 /año**.

CAMBIO DE ALMACENAMIENTO (ΔVS)

Para la estimación del cambio de almacenamiento se tomó en cuenta la configuración de la evolución anual del nivel estático 2003 - 2010, en donde se observan valores puntuales de recuperación de hasta 3 m, hacia las localidades de Dolores y El Castillo. Con base en ella y considerando un rendimiento específico (Sy) de 0.15, se determinó la variación del almacenamiento mediante la siguiente expresión:

$$\Delta VS = S * A * h$$

Donde:
ΔVS= Cambio de almacenamiento en el período analizado;
S= Coeficiente de almacenamiento promedio de la zona de balance;
A= Área de influencia de curvas de igual evolución del nivel estático (km^2);
h= Valor de la variación piezométrica en el período (m);

A nivel de todo el acuífero se manifiesta un cambio de almacenamiento de 2.8 hm^3 para el periodo 2003-2010, que equivalen a 0.60 hm^3 anuales, por lo que **ΔV(S) = 0.4km^3/año**.

SOLUCIÓN A LA ECUACIÓN DE BALANCE

Una vez calculadas las componentes de la ecuación de balance, procedemos a evaluar la recarga vertical por lluvia e infiltraciones, mediante la expresión (2), que fue establecida con anterioridad:

$$Rv = B + ETR + Sh + Dfb – Eh \pm \Delta VS \quad (2)$$

$$Rv = 3.4 + 7.4 + 4.2 + 1.3 - 4.0 + 0.4$$

Rv = 12.7 hm^3 anuales

De esta manera, la recarga total media anual estará definida por la suma de la recarga vertical, las entradas horizontales subterráneas y los retornos del riego agrícola:

$$R = Rv + Eh$$

$$R = 12.7 + 4.0$$

R = 16.7 hm^3 anuales

DISPONIBILIDAD

Para el cálculo de la disponibilidad de aguas subterráneas, se aplica el procedimiento de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015, Conservación del recurso agua-que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales; en su fracción relativa a las aguas subterráneas, menciona que la disponibilidad se determina por medio de la expresión siguiente:

Donde:

DMA = R – DNC – VEAS

DMA = Disponibilidad media anual de agua del subsuelo en un acuífero
R = Recarga total media anual
DNC = Descarga natural comprometida
VEAS = Volumen de extracción de aguas subterráneas

RECARGA TOTAL MEDIA ANUAL (R)

La recarga total media anual que recibe el acuífero (R), corresponde con la suma de todos los volúmenes que ingresan al acuífero. Para este caso, su valor es de 16.7 $\boldsymbol{hm^3}$ /año.

DESCARGA NATURAL COMPROMETIDA (DNC)

La descarga natural comprometida se determina sumando los volúmenes de agua concesionados de los manantiales y del caudal base de los ríos que está comprometido como agua superficial, alimentados por el acuífero, más las descargas que se deben conservar para no afectar a los acuíferos adyacentes; sostener el gasto ecológico y prevenir la migración de agua de mala calidad hacia el acuífero.

Para este caso, su valor es de. **DNC = 5.5 $\boldsymbol{hm^3}$ anuales**.

VOLUMEN DE EXTRACCIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS (VEAS)

La extracción de aguas subterráneas se determina sumando los volúmenes anuales de agua asignados o concesionados por la Comisión mediante títulos inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), los volúmenes de agua que se encuentren en proceso de registro y titulación y, en su caso, los volúmenes de agua correspondientes a reservas, reglamentos y programación hídrica, todos ellos referidos a una fecha de corte específica. En el caso de los acuíferos en zonas de libre alumbramiento, la extracción de aguas subterráneas será equivalente a la suma de los volúmenes de agua estimados con base en los estudios técnicos, que sean efectivamente extraídos, aunque no hayan sido titulados ni registrados, y en su caso, los volúmenes de agua concesionados de la parte vedada del mismo acuífero.
Para este acuífero el volumen de extracción de aguas subterráneas es de **9,231,270 $\boldsymbol{m^3}$ anuales**, que reporta el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA) de la Subdirección General de Administración del Agua, a la fecha de corte del **20 de febrero del 2020.**

DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL DE AGUA SUBTERRÁNEA (DMA)

La disponibilidad de aguas subterráneas constituye el volumen medio anual de agua subterránea disponible en un acuífero, al que tendrán derecho de explotar, usar o aprovechar los usuarios, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro a los ecosistemas.
Conforme a la metodología indicada en la norma referida anteriormente, se obtiene de restar al volumen de recarga total media anual, el valor de la descarga natural comprometida y el volumen de extracción de aguas subterráneas.

DMA = R – DNC – VEAS
DMA = 16.7 – 5.5 – 9.231270
DMA = 1.968730 $\boldsymbol{hm^3}$/año.

El resultado indica que existe un volumen disponible de **1,968,730 $\boldsymbol{m^3}$ anuales** para otorgar nuevas concesiones de este acuífero.

IV.2.5 Aire

La gestión de la calidad del aire requiere información de diversos tipos, destacando la que se refiere a la identificación de los principales generadores de emisiones, del volumen y composición de estas, así como de la concentración de los contaminantes en la atmósfera. Esta información que es la base de los programas tendientes a mejorar la calidad del aire proviene principalmente de los inventarios de emisiones y de las redes de monitoreo.

Una buena calidad del aire se puede definir como el conjunto de concentraciones de componentes presentes en la atmósfera en un periodo de tiempo dado, que satisfacen la salud, el bienestar de la población, el equilibrio ecológico, y los materiales con valor económico.

El monitoreo atmosférico proporciona información acerca del estado que guarda el recurso aire en nuestras ciudades y, por lo tanto, constituye una herramienta indispensable en el desarrollo de los Programas de Gestión de la Calidad del Aire que aplican las autoridades ambientales y demás sectores involucrados.

La calidad del aire en una región se establece en términos de los contaminantes criterio. Los contaminantes criterio se han identificado como tales porque previamente fueron objeto de evaluaciones publicadas en documentos de calidad del aire en los Estados Unidos, con el fin de establecer niveles permisibles que protegieran la salud, el entorno y el bienestar de la población.

El término “contaminantes criterio” ha sido adoptado en muchos países, incluyendo México, y actualmente comprende: las partículas suspendidas menores a 10 micrómetros (PM10) y menores a 2.5 micrómetros (PM2.5), el ozono (O_3), el bióxido de azufre (SO_2), el bióxido de nitrógeno (NO_2) y el monóxido de carbono (CO).

IV.2.5.1 Normas de calidad del aire

Las normas de calidad del aire fijan valores máximos permisibles de concentración de contaminantes, con el propósito de proteger la salud de la población en general y de grupos con mayor susceptibilidad. Las normas de calidad del aire son publicadas por la Secretaría de Salud en el Diario Oficial de la Federación.

TABLA IV. 26 NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE VIGENTES OBSERVADAS EN EL ESTADO DE OAXACA.

Contaminante	Valores límite			Normas Oficiales Mexicanas
	Exposición aguda		Exposición crónica	
	Concentración y tiempo promedio	Frecuencia máxima aceptable	Concentración y tiempo promedio	
PM_{10}	75 µg/m³ (24 horas)	No se permite	40 µg/m³ (promedio aritmético anual)	NOM-025-SSA1-2014
$PM_{2.5}$	45 µg/m³ (24 horas)	No se permite	12 µg/m³ (promedio aritmético anual)	
Ozono (O_3)	0.095 ppm (1 hora) (216 µg/m³)	No se permite	-	NOM-020-SSA1-2014
	0.070 ppm (8 horas)	4 veces en un año	-	
Monóxido de carbono (CO)	11 ppm (8 horas) (12595 µg/m³)	1 vez al año	-	NOM-021-SSA1-1993
Dióxido de azufre (SO_2)	0.11 ppm (24 horas) (288 µg/m³)	1 vez al año	-	NOM-022-SSA1-2010
	0.200 ppm (8 horas) (524 µg/m³)	2 veces al año	0.025 ppm (66 µg/m³) (promedio aritmético anual)	
Dióxido de nitrógeno (NO_2)	0.21 ppm (1 hora)	1 vez al año	-	NOM-023-SSA1-1993

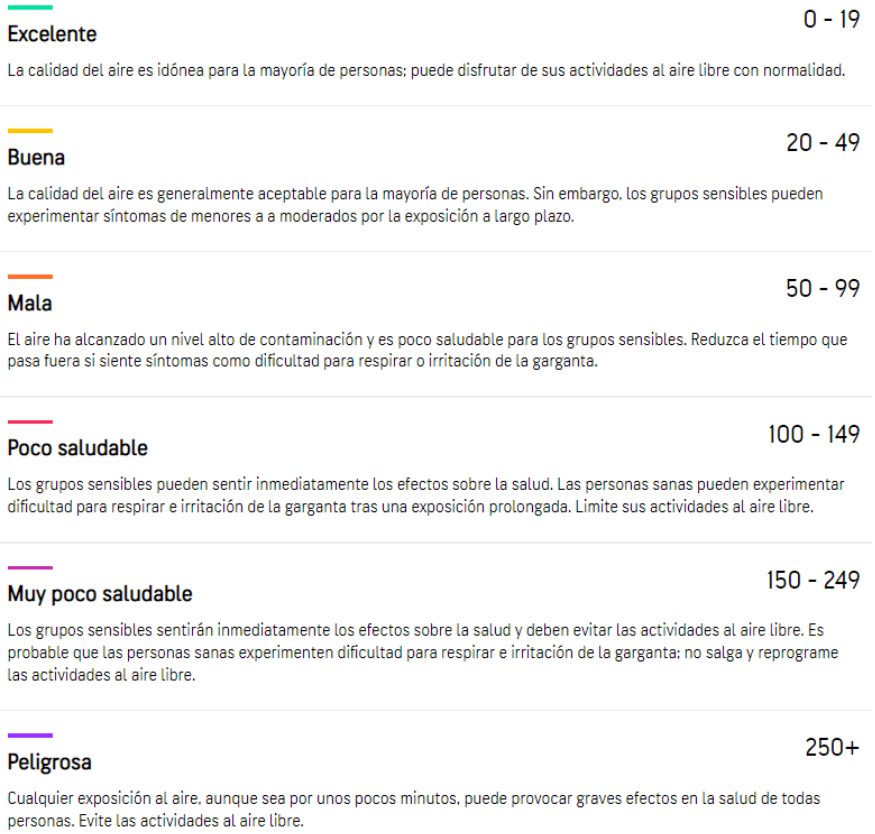
Fuente: ProAireOaxaca, 2018.

En el 2019 la SEMARNAT, en conjunto con los gobiernos estatales, publicó su Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire (ProAire 2019-2028). Dicho programa es un instrumento de gestión que establece metas, estrategias, medidas y acciones a corto, mediano y largo plazo, con el objetivo de revertir y prevenir las tendencias del deterioro de la calidad del aire en las diferentes regiones de la entidad, para la protección del ambiente y la salud de la población.

Los resultados del estudio de ProAire indican que en Oaxaca se generan anualmente 53,468 toneladas de PM_{10}, 44,950 de $PM_{2.5}$, 102,726 de dióxido de azufre (SO_2), 401,965 de monóxido de carbono (CO) 162,369 de óxidos de nitrógeno (NO_x), 2,322,185 de compuestos orgánicos volátiles (COV) y 65,149 de amoniaco (NH_3).

En San Andrés Dinicuiti, según AccuWeather la calidad del aire es generalmente Buena y Excelente, lo que significa que es ideal para todas las personas y pueden disfrutar de actividades al aire libre con normalidad.

IMAGEN IV. 34 ESCALA DE CALIDAD DEL AIRE.



Fuente: AccuWeather, 2023.

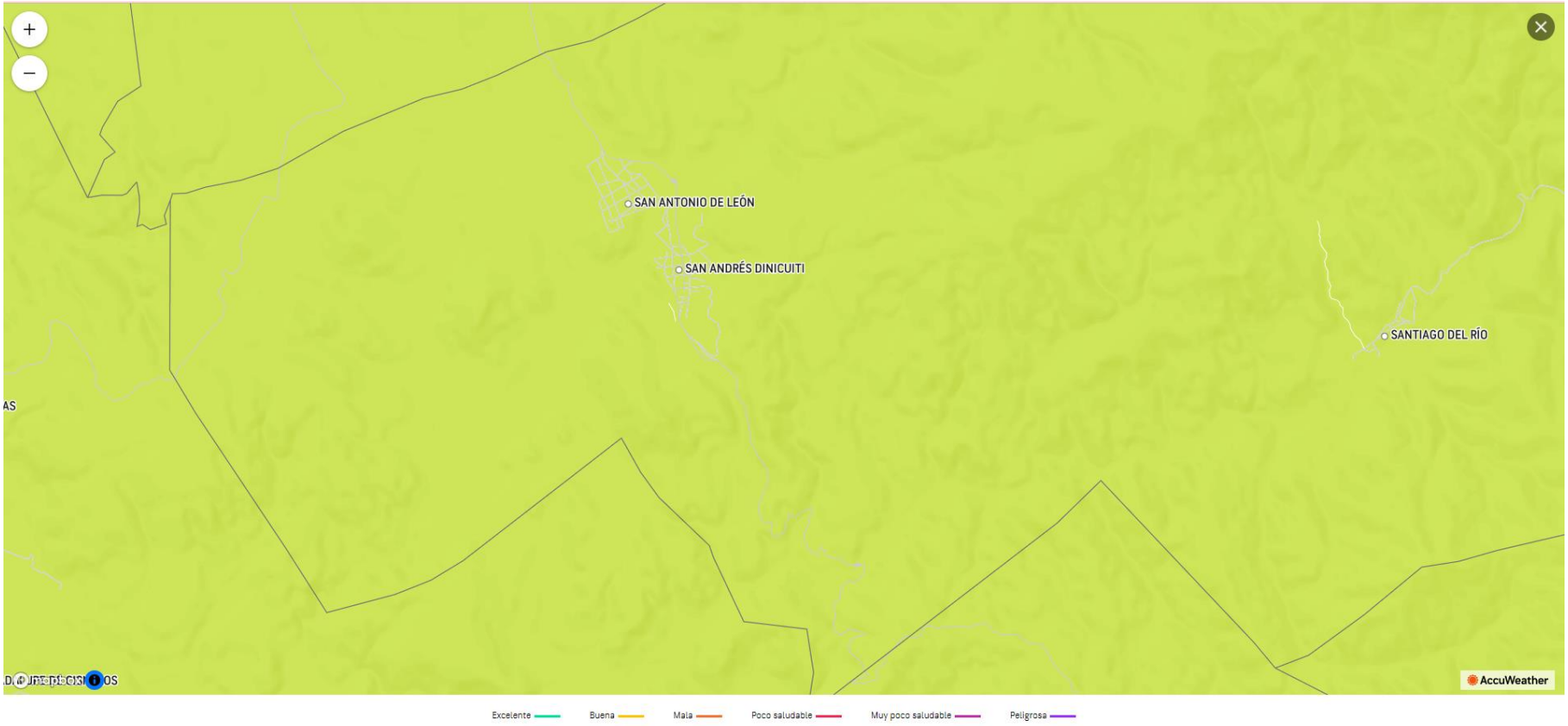
En la siguiente imagen podemos observar el estado actual de la calidad del aire en el municipio del proyecto, donde la mitad de los contaminantes se encuentran bajo el estatus “Normal” y el resto como “Excelente”.

TABLA IV. 27 CALIDAD DEL AIRE EN SAN ANDRÉS DINICUITI.

O_3 **Normal**	El ozono a nivel del suelo puede agravar las enfermedades respiratorias existentes y también producir irritación de garganta, dolor de cabeza y dolor de pecho.	29 66 µg/m³
PM_{10} **Normal**	El material particulado consiste en partículas contaminantes inhalables de un diámetro menor a 10 micrómetros. Las partículas mayores a 2,5 micrómetros pueden depositarse en las vías respiratorias y causar problemas de salud. La exposición puede producir irritación de ojos y garganta, tos o dificultad para respirar y asma grave. La exposición frecuente y excesiva puede causar efectos más graves aún sobre la salud.	23 23 µg/m³
$PM_{2.5}$ **Normal**	El material particulado fino consiste en partículas contaminantes inhalables con un diámetro menor a 2,5 micrómetros que puede ingresar en los pulmones y el torrente sanguíneo y producir serios problemas de salud. El impacto más grave se produce en los pulmones y el corazón. La exposición puede producir tos o dificultad para respirar, asma grave y el desarrollo de enfermedades respiratorias crónicas.	21 10 µg/m³
NO_2 **Excelente**	Respirar en niveles altos de dióxido de nitrógeno aumenta el riesgo de problemas respiratorios. La tos y la dificultad para respirar son comunes, aunque se pueden producir problemas respiratorios más graves, como infecciones respiratorias, cuando la exposición es más prolongada.	11 22 µg/m³
SO_2 **Excelente**	La exposición al dióxido de azufre puede derivar en irritación de la garganta y los ojos y agravar tanto el asma como la bronquitis crónica.	11 11 µg/m³
CO **Excelente**	El monóxido de carbono es un gas incoloro e inodoro que puede provocar dolor de cabeza, náusea, mareo y vómito cuando se inhala en un nivel elevado. La exposición reiterada a largo plazo puede conducir a enfermedades cardíacas.	1 187 µg/m³

Fuente: AccuWeather, 2023.

IMAGEN IV. 35 CALIDAD DEL AIRE EN SAN ANDRÉS DINICUITI.



Fuente: AccuWeather, 2023.

IV.2.6 Medio biótico

IV.2.6.1 Flora

METODOLOGÍA

El método utilizado para la caracterización de las condiciones biológicas del área del proyecto se agrupó en trabajo de gabinete y campo.

Trabajos de gabinete

Inicialmente se recopila y consulta toda la bibliografía especializada de la zona de estudio, como características bióticas y abióticas de la región, principalmente los tipos de vegetación, como los datos de la distribución principal de especies de flora, esto con la finalidad de lograr una previa lista de las especies que pudieras encontrarse bajo algún "estatus" de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. Adicionalmente se realizó uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) así como Información Vectorial y Ráster, para la delimitación de posibles áreas de afectación, poblados cercanos, caminos, usos de suelo y vegetación, logrando una cartografía temática lo más acercado a los que se podría encontrar en campo. Finalmente, con el uso de esta información se posicionaron sitios de muestreo, obteniendo sus coordenadas geográfica y UTM, para que el personal encargado del trabajo en campo pudiera acceder a ellos mediante el apoyo de un Sistema de Posicionamiento Global (GPS).

Trabajo de campo

Se realizaron recorridos de campo con la finalidad de conocer las condiciones del área del proyecto, por lo que se realizó un muestreo dirigido sobre los limites proyectados, así como sus cercanías, el cual se llevó a cabo el conteo y registro de las especies vegetales, delimitando un área rectangular de 50 m de largo x 20 m de ancho en las proximidades al proyecto, 10 metros a cada lado de este y 50 metros de longitud. Se definieron los tipos de vegetación en este estudio principalmente por su fisonomía, derivada a su vez de la forma de vida (biotipo) y sus especies dominantes. La forma de vida y en consecuencia la fisonomía, son factores del medio, ya sea climáticos edáficos o bióticos, en que un determinado tipo de vegetación o elementos que lo conforman se desarrollan. Un punto que destacar es que con base en los recorridos a campo y con apoyo de la clave para determinar los tipos de vegetación de México (Miranda y Hernández-X, 1963) así como la cartografía de uso de suelo y vegetación del INEGI Serie VII, escala 1,250, 000, se determinó que los tipos de uso de suelo y vegetación donde se encuentra inmerso el proyecto están tipificados como de Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia.

No obstante, derivado de los recorridos de campo se pudo constatar que el trazo en su totalidad se encuentra sobre un camino existente de terracería. Se obtuvo un registro fotográfico de las especies y características físicas de la región que son de interés para el presente estudio, con especial énfasis en especies que se encuentren incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como las de interés comercial, cultural, etc. Las especies que no fueron identificadas en campo se recolectaron y herborizaron para su posterior clasificación taxonómica. Todos los ejemplares fueron cotejados con diversas colecciones de herbarios de México.

Periodicidad del muestreo

El muestro se realizó en la época de lluvias con la finalidad de poder evaluar la mayor cantidad de especies presentes (Moreira, F., E.J. Huising y D.E. Bignell, 2012).

DISTRIBUCIÓN DE LOS SITIOS DE MUESTREO.

El criterio empleado para la ubicación de los sitios de muestreo fue de acuerdo con la distribución y vocación forestal del tipo de uso de suelo y vegetación dentro del SA.

A continuación, se muestra la tabla de coordenadas y la imagen de los sitios de muestreo realizados para el proyecto.

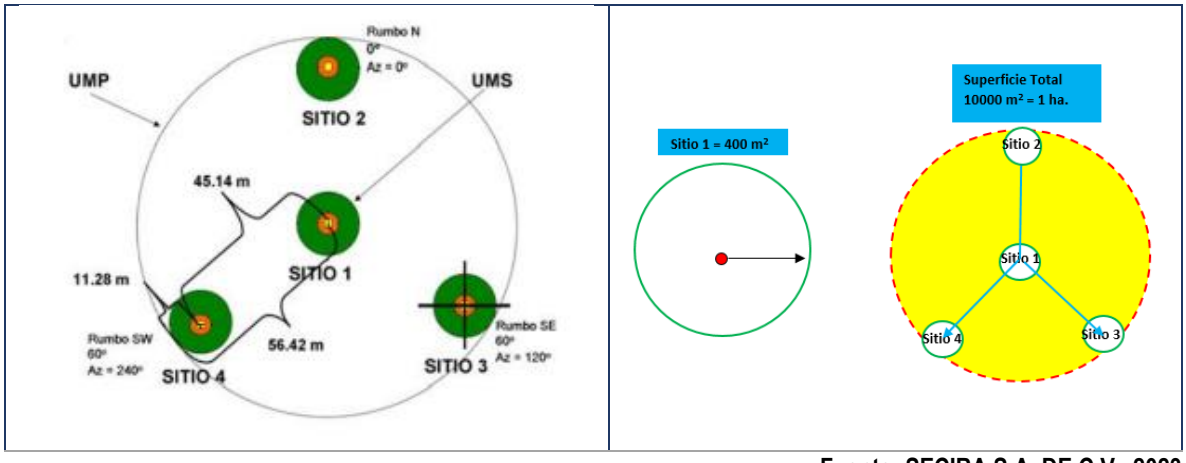
TABLA IV. 28 SITIOS DE MUESTREO DE FLORA

Sitio	UTM Zona 14N		Geográficas	
	Coord. X	Coord. Y	Longitud	Latitud
Sitios de muestreo en el área del proyecto y área de influencia				
S01	636,240.21	1,953,986.31	-97° 42' 55.848"	17° 40' 7.005"
S02	636,291.44	1,954,099.61	-97° 42' 54.084"	17° 40' 10.680"
S03	636,168.41	1,953,897.86	-97° 42' 58.305"	17° 40' 4.144"
Sitios de muestreo en el sistema ambiental				
S04	635,663.19	1,953,685.00	-97° 43' 15.499"	17° 39' 57.331"
S05	636,228.34	1,954,756.04	-97° 42' 56.074"	17° 40' 32.049"
S06	635,982.80	1,954,292.49	-97° 43' 4.513"	17° 40' 17.023"
S07	636,541.60	1,953,862.81	-97° 42' 45.649"	17° 40' 2.921"

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

Se ubicaron los sitios de muestreo, en el Sistema Ambiental y Área de Influencia. Se tomó la metodología de la CONAFOR con algunas adaptaciones en el cual se emplea un muestreo estratificado sistemático por conglomerados; se ubicaron 5 sitios de muestreo por el método antes señalado, cada sitio represento una parcela circular de una hectárea (56.42 m de radio) para un total de 8 hectáreas muestreadas dentro del SA, esto se logró con el apoyo de cuerdas con las medidas exactas, así como estacas metálicas para poder fijarlas (Ver fotografías de los sitios de muestreo) se realizaron las parcelas, en la cual se evaluaron cuatro unidades de muestreo secundarias (UMS) o sitios, dispuestos geométricamente en forma de una "Y" invertida con respecto al norte (Ver Imagen de Forma y tamaño de los sitios de muestreo) el sitio número 1 constituyo el centro del conglomerado y los sitios 2, 3 y 4 se consideraron periféricas. La distancia del centro del sitio 1 a cada uno de los sitios restantes es de 45.14 m. El azimut para localizar los sitios 2, 3 y 4 a partir del centro del sitio 1 es de 0º, 120º y 240º respectivamente.

IMAGEN IV. 36 FORMA Y TAMAÑO DE LOS SITIOS DE MUESTREO



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

En las siguientes fotografías se observa la realización de los conglomerados de muestreo, así como de obtención de las medidas DAP y Altura, de los ejemplares encontrados dentro de los mismos.

FOTOGRAFÍA IV. 7 FORMA Y TAMAÑO DE LOS SITIOS DE MUESTREO



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

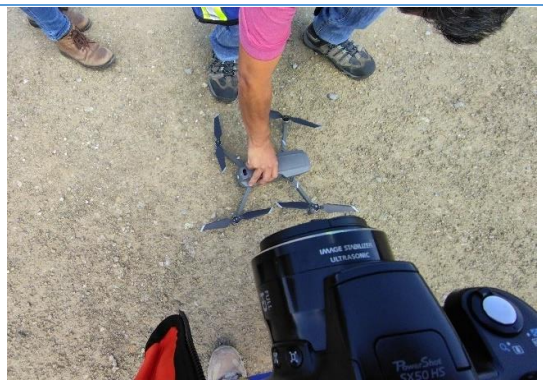
FOTOGRAFÍA IV. 8 MUESTREO REALIZADO PARA EL PROYECTO



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

Es importante señalar, que, para complementar el trabajo de campo, se realizaron vuelos con un Dron, con la finalidad de apreciar y tener una idea actualizada del uso de suelo y vegetación, presentes en el SA, AI y el Área del proyecto.

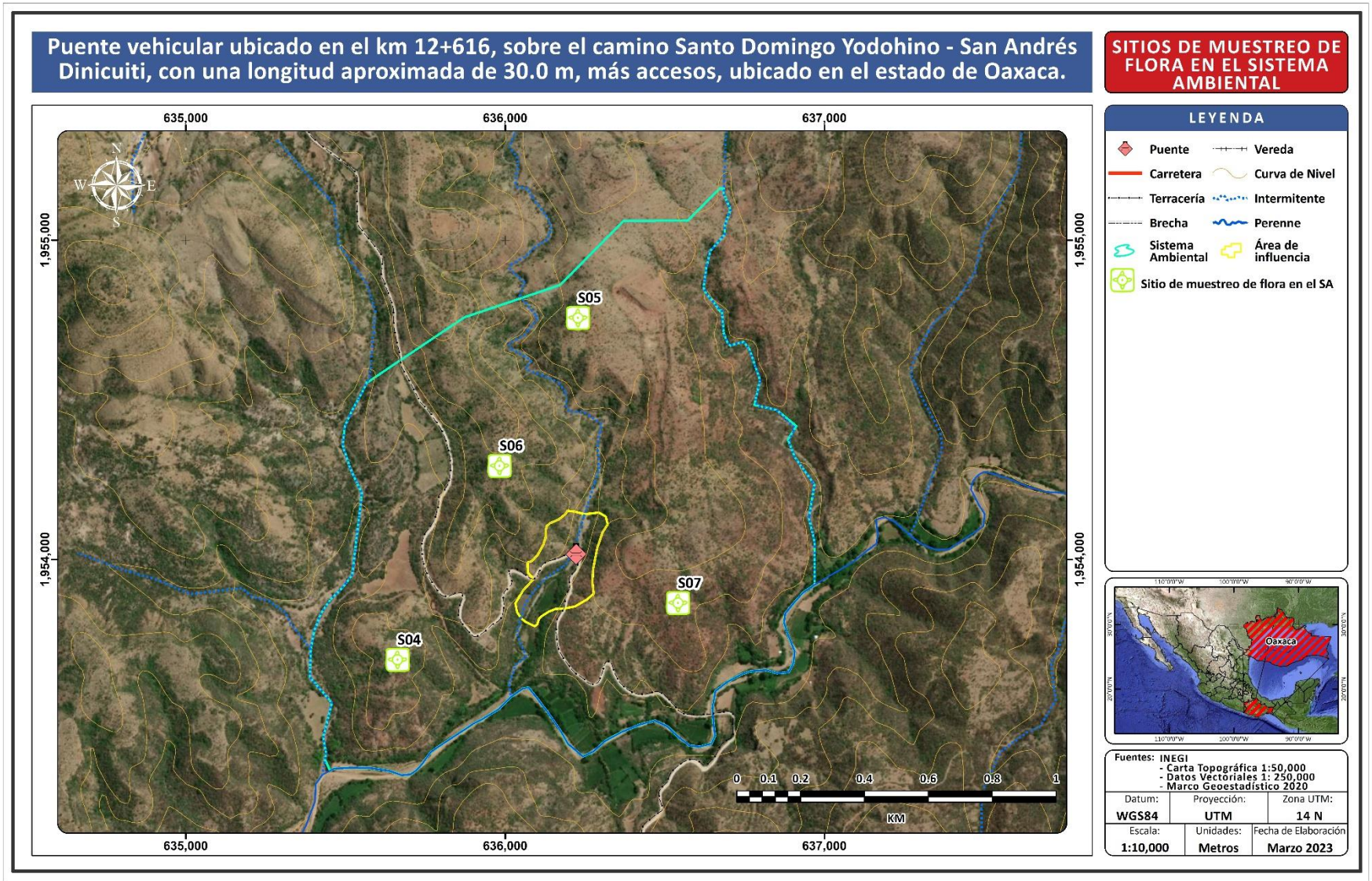
FOTOGRAFÍA IV. 9 OBTENCIÓN DE FOTOGRAFÍAS AÉREAS POR MEDIO DE DRON DEL ÁREA DEL PROYECTO



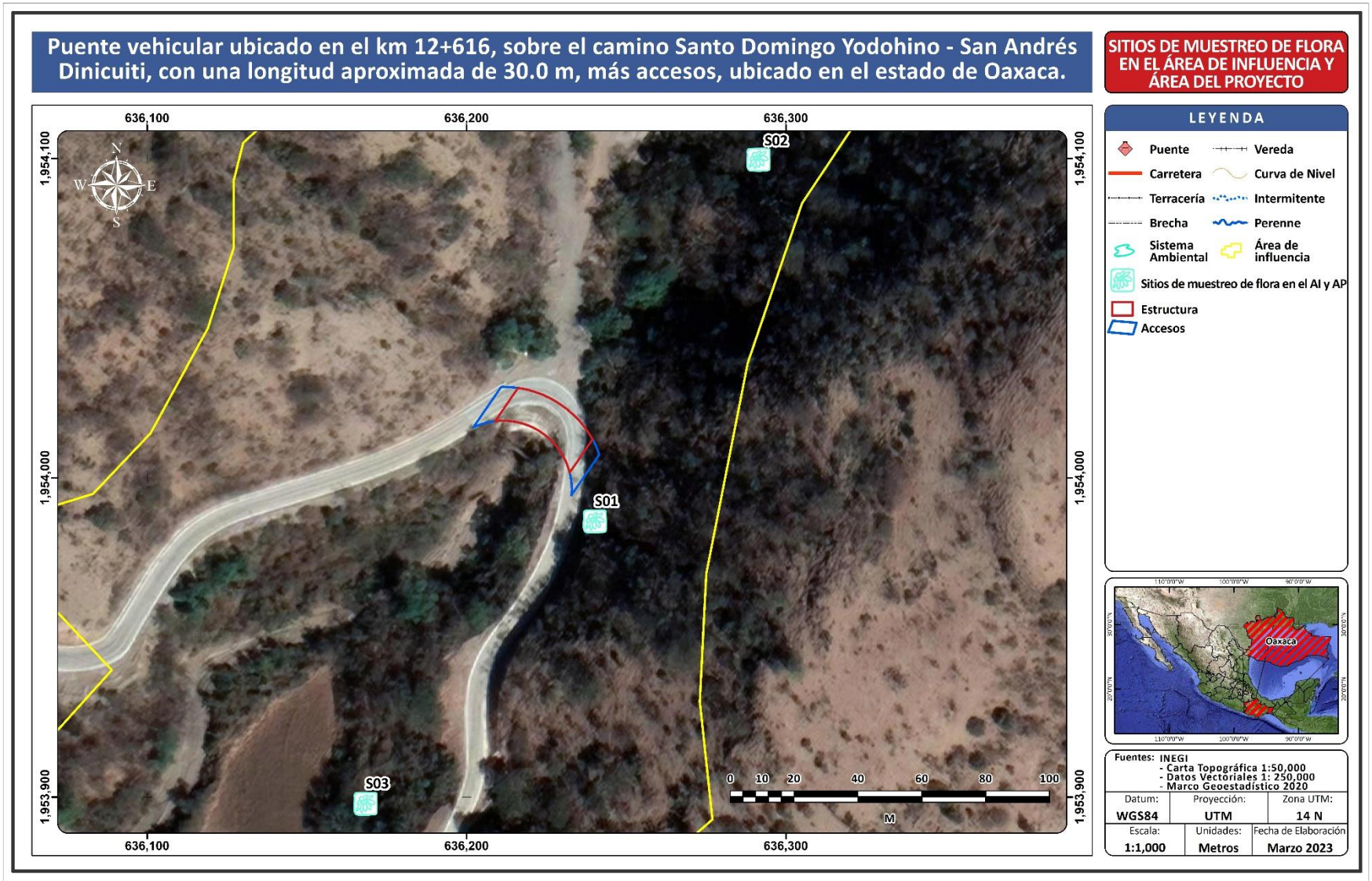
Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

IMAGEN IV. 37 UBICACIÓN DE LOS SITIOS DE MUESTREO EN EL SA



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

IMAGEN IV. 38 UBICACIÓN DE LOS SITIOS DE MUESTREO EN EL AI Y AP



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

Análisis de datos

La composición de especies y diversidad del SA, AI y Área del proyecto fue caracterizada mediante el registró del número de familias, géneros, especies e individuos. Se calculó el índice de diversidad de Shannon, Simpson y Equitatividad en el programa PAST (Hammer et al. 2001). La estructura horizontal de la vegetación se estudió mediante la distribución de frecuencias agrupadas por clases diamétricas, con seis categorías: 1.5 a 5 cm, 5.1 a 10 cm, 10.1 a 20 cm, 20.1 a 30 cm, 30.1 a 60 cm y ≥ 60.1 cm (Oosterhoorn y Kapelle, 2000). Se caracterizó la estructura vertical de la vegetación, estableciendo seis estratos de altura de los individuos: herbáceo, individuos con altura ≥ 1 m; matorral mediano, 1.1 a 2.5 m; matorral alto, 2.6 a 5 m; arbóreo bajo, 5.1 a 10 m y arbóreo medio 10.1 a 30 m y arbóreo alto de 30 a 60 m de altura. Se realizó un histograma de frecuencias de alturas y los diámetros para todos los individuos censados.

Con base a los datos recopilados en campo y con apoyo de la clave para determinar los tipos de vegetación de México (Miranda y Hernández-X, 1963) y la cartografía de uso de suelo y vegetación del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) serie VII escala 1:250,000, se determinó que los tipos de y uso de suelo y vegetación que tiene el Sistema Ambiental es únicamente la Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia. Lo anterior se puede mostrar en la siguiente tabla.

TABLA IV. 29 USO DE SUELO Y VEGETACIÓN DEL SA

Clave	Descripción	Área (Ha)	Área (%)
VSa/SBC	Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia	190.47	100

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

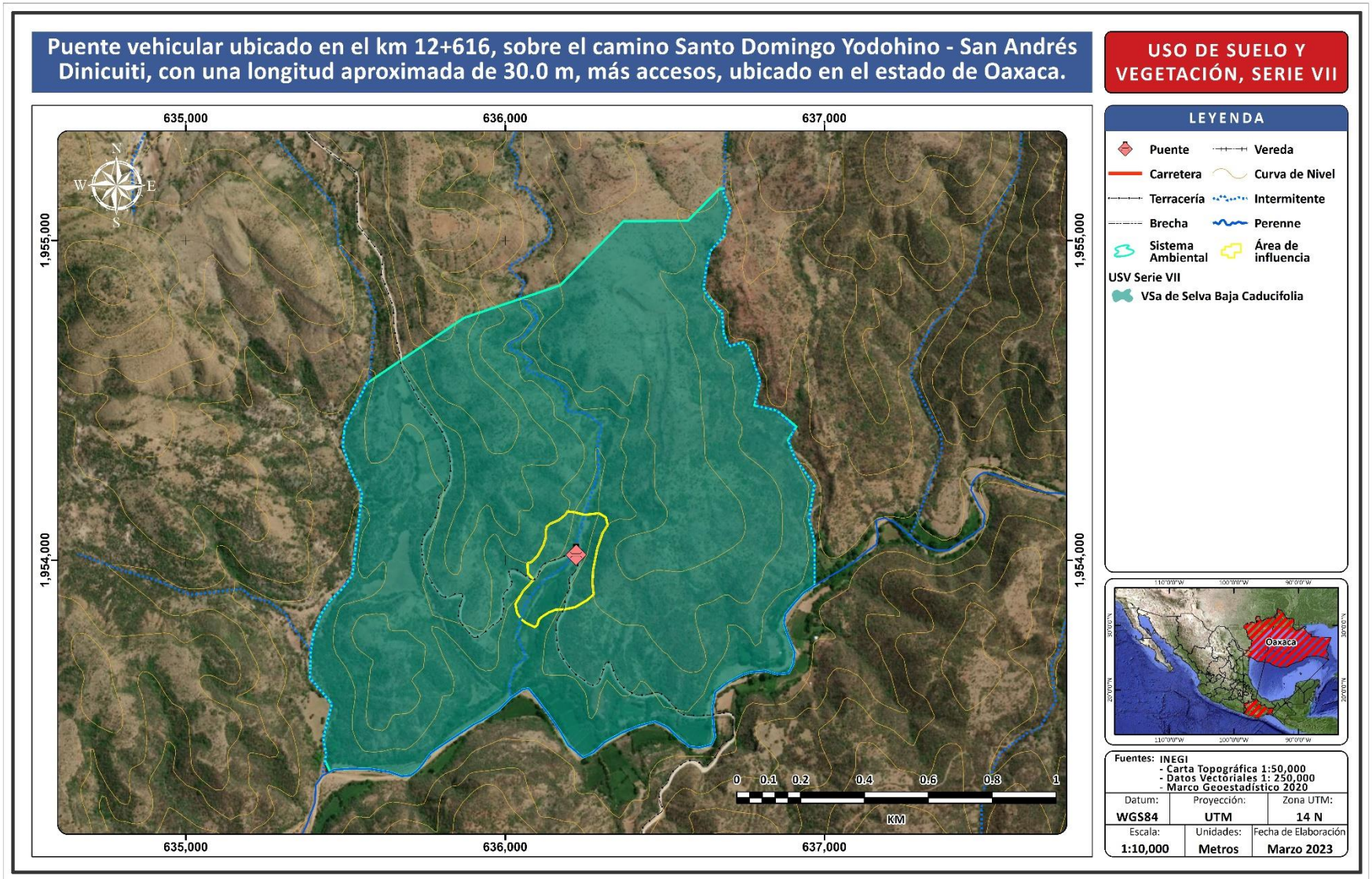
De la misma manera el Área de Influencia se encuentra conformada en su totalidad por Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia.

TABLA IV. 30 USO DE SUELO Y VEGETACIÓN DEL AI

Clave	Descripción	Área (Ha)	Área (%)
VSa/SBC	Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia	5.99	100

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

IMAGEN IV. 39 USO DE SUELO Y VEGETACIÓN PRESENTE EN EL SISTEMA AMBIENTAL, ÁREA DE INFLUENCIA Y ÁREA DEL PROYECTO



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

Tipo de vegetación

A continuación, se describe el uso de suelo encontrado en el Sistema Ambiental.

Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia

Se desarrolla en condiciones climáticas en donde predominan los tipos cálidos subhúmedos, semisecos o subsecos. El más común es Aw, aunque también se presenta en BS y Cw. La temperatura media anual oscila entre los 18 a 28°C. Las precipitaciones anuales se encuentran entre 300 a 1 500 mm. Con una estación seca bien marcada que va de 6 a 8 meses la cual es muy severa.

Se le encuentra desde el nivel del mar hasta unos 1 900 m, rara vez hasta 2 000 m de altitud, principalmente sobre laderas de cerros con suelos de buen drenaje, en la vertiente del golfo no se le ha observado arriba de 800 m la cual se relaciona con las bajas temperaturas que ahí se tienen si se le compara con lugares de igual altitud de la vertiente del pacifico.

Los componentes arbóreos de esta selva presentan baja altura, normalmente de 4 a 10 m (eventualmente hasta 15 m). El estrato herbáceo es bastante reducido y sólo se puede apreciar después de que ha empezado claramente la época de lluvias y retoñan o germinan las especies herbáceas. Las formas de vidas crasas y suculentas son frecuentes, especialmente en los géneros Agave, Opuntia, Stenocereus y Cephalocereus.

En este tipo de selva son comunes: *Bursera simaruba* (chaka, palo mulato); *Bursera sp*. (cuajiote, papelillo, copal, chupandia); *Lysiloma sp.* (tsalam, tepeguaje); *Jacaratia mexicana* (bonete); *Ceiba sp*. (yaxché, pochote); *Bromelia pinguin* (chom); *Pithecellobium keyense* (chukum); *Ipomoea sp*. (cazahuate); *Pseudobombax sp;* (amapola, clavellina); *Cordia sp*. (ciricote, cuéramo); *Pithecellobium acatlense* (barbas de chivo); *Amphypterigium adstringens* (cuachalalá); *Leucaena leucocephala* (waxim, guaje); *Erythrina sp*. (colorín), *Lysiloma divaricatum, Phoebe tampicensis, Acacia coulteri, Beaucarnea inermis, Lysiloma acapulcensis, Zuelania guidonia, Pseudophoenix sargentii* (kuká), *Beaucarnea pliabilis, Guaiacum sancturm, Plumeria obtusa, Caesalpinia vesicaria, Ceiba aesculifolia, Diospyros cuneata, Hampea trilobata, Maclura tinctoria, Metopium brownei, Parmenteria aculeata, Pisdicia piscipula, Alvaradoa amorphoides* (camarón o plumajillo*), Heliocarpus reticulatus* (namo), *Fraxinus purpusii* (aciquité o saucillo), *Lysiloma demostachys* (tepeguaje), *Haematoxylon campechianum, Ceiba acuminata* (mosmot o lanita), *Cochlospermum vitifolium, Pistacia mexicana* (achín), *Bursera bipinnata* (copalillo), *Sideroxylon celastrinum* (rompezapote), *Gyrocarpus jatrophifolius* (tincui, San Felipe), *Swietenia humilis* (caoba), *Bucida machrostachya* (cacho de toro), *Euphorbia pseudofulva* (cojambomó de montaña), *Lonchocarpus longipedicellatus, Hauya microcerata* (yoá), *Colubrina ferruginosa* (cascarillo) *Lonchocarpus minimiflorus* (ashicana), *Ficus cooki* (higo), *Heliocarpus reticulatus, Cochlospermum vitifolium*, *Gymnopodium antigonoides* (aguana), *Leucanea collinsii* (guaje), *Leucanea esculenta* (guaje blanco), *Lysiloma microphylla, Jatropha cinerea, Cyrtocarpa edulis, Bursera laxiflora, Lysiloma candida, Cercidium peninsulare, Leucaena lanceolata, Senna atomaria, Prosopis palmeri, Esenbeckia flava, Sebastiania bilocularis, Bursera microphylla, Plumeria rubra, Bursera odorata, Bursera excelsa var. favonialis* (copal), *B. fagaroides var. elongata y purpusii, Comocladia engleriana, Cyrtorcarpa procera, Lonchocarpus eriocarinalis, Pseudosmodingium perniciosum, Spondias purpurea, Trichilia americana, Bursera longipes, B. morelensis, B. fagaroides, B. lancifolia, B. jorullensis, B. vejarvazquesii, B. submoniliformis, B. bipinnata, B. bicolor, Ceiba parvifolia, Ipomoea murucoides, I. pilosa I. wolcottiana, I. arborescens, Brahea dulcis* (palma de sombrero), *Thevetia ovata, Indigofera platycarpa, Calliandra grandiflora, Celtis iguanaea, Diphysa floribunda, Jacquinia macrocarpa, Malpighia mexicana Pseudobombax ellipticum, Crataeva palmeri. C. tapia, Guazuma ulmifolia, Cordia dentata,*

Cercidium floridum, Acacia farnesiana, Prosopis laevigata, Pereskia lychnidiflora, Licania arborea, Prosopis juliflora; *Pithecellobium dulce, Zygia conzattii, Z. flexuosa* (clavelinas), *Achatocarpus nigricans* (limoncillo), Coccoloba caracasana (papaturro), C. floribundia (carnero*), Randia armata* (crucecita), *Rauwolfia hirsuta (*coralillo*), Trichilia hirta, T. trifolia (mapahuite); además, de cactáceas como Pachycereus sp. (*cardón*); Stenocereus sp., Cephalocereus spp, Cephalocereus gaumeri, Lemaireocereus griseus, Acanthocereus pentagonus, Pachycereus pecten-aboriginum y Pterocereus gaumeri.* Los bejucos son abundantes y las plantas epífitas se reducen principalmente a pequeñas bromeliáceas como *Tillandsia sp.,* cactáceas y algunas orquídeas.

Este tipo de selva es de mayor distribución en México, cubre grandes extensiones desde el sur de Sonora y el suroeste de Chihuahua hasta Chiapas en la vertiente del Pacifico. Hasta la altura del estado de Sinaloa esta comunidad se restringe a la vertiente occidental de la Sierra Madre Occidental sin penetrar a la planicie costera. Más al sur se extiende desde el litoral hasta las serranías próximas con penetraciones a lo largo de algunos ríos como el Balsas y sus afluentes (Michoacán, Guerrero, Morelos y Puebla). En el istmo de Tehuantepec la selva traspasa el parteaguas y ocupa una gran parte de la depresión central de Chiapas. La península de Baja California en su parte sur presenta un área aislada que se localiza en las partes inferiores y medias de las sierras de La Laguna. En la vertiente del golfo esta selva se localiza en tres áreas. Sur del estado de Tamaulipas, sureste del estado de San Luis Potosí y extremo norte de Veracruz y noreste de Querétaro. En el centro de Veracruz en un área situada entre Nautla, Alvarado, Jalapa y Tierra Blanca pera sin abarcar estas localidades, pero si las inmediaciones de puerto de Veracruz. Ocupaba la mayor parte del estado de Yucatán y una parte de estado de Campeche.

FOTOGRAFÍA IV. 10 VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA BAJA CADUCIFOLIA








Es común encontrar individuos de *Vachellia farnesiana, Prosopis juliflora, Bursera submoniliformis, Ipomoea murucoides*, etc.

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

CARACTERISTICAS DE LA VEGETACIÓN

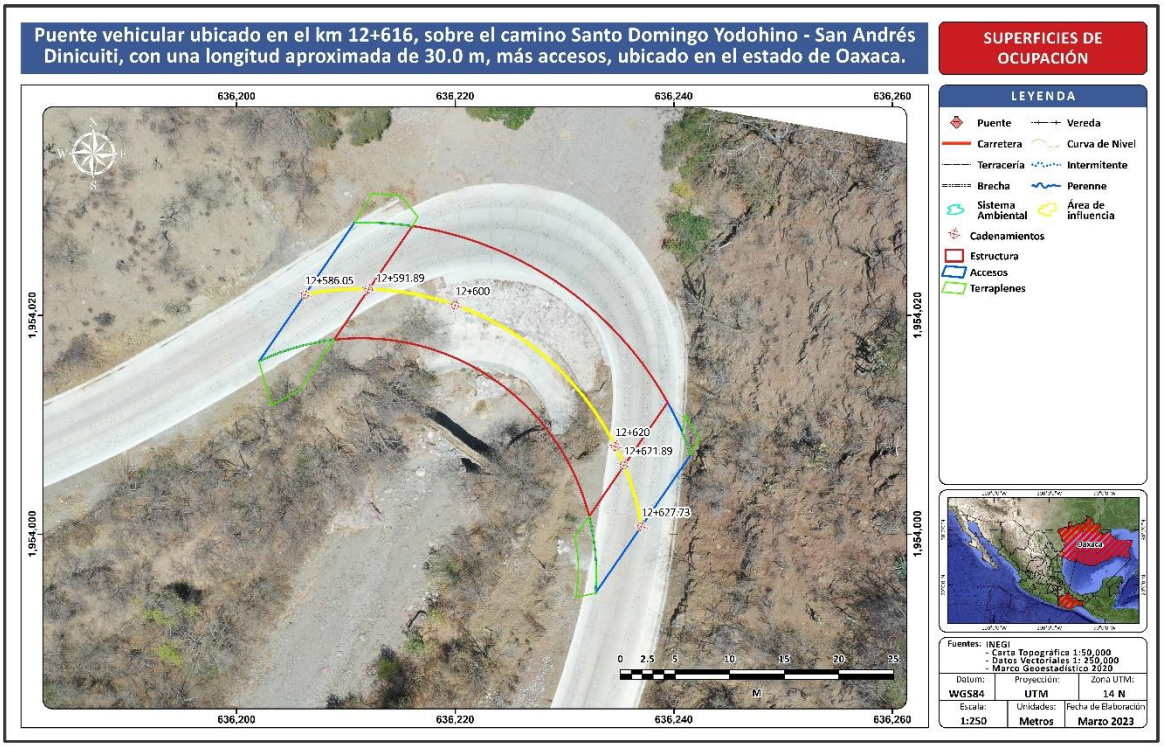
Para la ejecución del presente proyecto cabe mencionar que NO se afectará algún tipo de vegetación ya que se realizará sobre el camino existente, que forma parte del "Programa de Pavimentación de Caminos a Cabeceras Municipales" a continuación se presentan las superficies de ocupación de los elementos del presente proyecto.

TABLA IV. 31 SUPERFICIE DE OCUPACIÓN DEL PROYECTO

Acceso 1 (suroeste)		Estructura		Acceso 2 (sureste)	
5.84 metros		30.00 metros		5.84 metros	
12+586.05	12+591.89	12+591.89	12+621.89	12+621.89	12+627.73

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

IMAGEN IV. 40 SUPERFICIES DE OCUPACIÓN DEL PROYECTO.



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

TABLA IV. 32 SUPERFICIE DE OCUPACIÓN DEL PROYECTO

Elemento	Uso de suelo	Área (m^2)
Acceso 1	Camino existente	62.52
Terraplén de acceso 1	Camino existente	31.57
Superestructura	Camino existente	317.83
Acceso 2	Camino existente	61.58
Terraplén de acceso 2	Camino existente	13.15
Total		**486.65**

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

Como se aprecia en la tabla e imagen anteriores el proyecto NO afectará algún tipo de vegetación, si bien si se removerán individuos estos se encuentran en los remanentes del camino de terracería que no fueron pavimentados por el "Programa de Pavimentación de Caminos a Cabeceras Municipales" donde se desarrollaran individuos herbáceos considerados ruderales o malezas. Dichos individuos se enlistan más adelante en el apartado de individuos a remover. Por lo que NO existirá remoción de individuos propios de vegetación secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia, y NO es necesaria la solicitud el cambio de uso de suelo en terrenos forestales. La descripción de los muestreos en el área de influencia y sistema ambiental se realizó con la finalidad de conocer las condiciones ambientales.

Composición florística

Con la finalidad de conocer la composición florística del proyecto, se realizaron 7 sitios de muestreo por conglomerado. El acumulado de los mismos se muestra a continuación por estratos.

TABLA IV. 33 RESULTADOS DE MUESTREO PARA EL ESTRATO ARBÓREO

Sitio en campo	*Nombre científico*	Nombre común	No. individuos	Fr	Altura Promedio (m)	Diámetro Promedio (cm)	Diámetro promedio (m)	Área Basal (m)
S01	Bursera submoniliformis	Copal	5	1	10	25	0.25	0.049
S01	Vachellia campechiana	Guinolo	7	1	5.8	14	0.14	0.015
S01	Opuntia velutina	Nopal	3	1	2.3	18	0.18	0.025
S01	Leucaena diversifolia	Guaje	5	1	7.5	20	0.2	0.031
S01	Tecoma stans	Tronadora	3	1	6.5	17	0.17	0.023
S01	Ipomoea murucoides	Cazahuate blanco	3	1	6	20	0.2	0.031
S02	Ipomoea murucoides	Cazahuate blanco	2	1	7	22	0.22	0.038
S02	Vachellia campechiana	Guinolo	3	1	5	13	0.13	0.013
S02	Bursera submoniliformis	Copal	4	1	7	20	0.2	0.031
S02	Leucaena diversifolia	Guaje	2	1	5	18	0.18	0.025
S02	Schinus molle	Pirul	4	1	10	25	0.25	0.049
S02	Vachellia farnesiana	Huizache	3	1	5	17	0.17	0.023
S03	Prosopis juliflora	Mezquite	3	1	9	35	0.35	0.096
S03	Tecoma stans	tronadora	5	1	6	19	0.19	0.028
S03	Vachellia campechiana	Guinolo	3	1	7	17	0.17	0.023
S03	Opuntia velutina	Nopal	1	1	4.5	27	0.27	0.057
S03	Stenocereus pruinosus	Pitayo	3	1	7	25	0.25	0.049
S04	Stenocereus pruinosus	Pitayo	2	1	6.5	27	0.27	0.057
S04	Opuntia tomentosa	Nopal de castilla	3	1	4.5	23	0.23	0.042
S04	Senna galeottiana	Rompebota	1	1	9	21	0.21	0.035
S04	Pseudobombax ellipticum	Coquito	2	1	7	20	0.2	0.031
S04	Bursera submoniliformis	Copal	5	1	6.5	21	0.21	0.035
S04	Ipomoea murucoides	Cazahuate blanco	3	1	8	23	0.23	0.042
S04	Vachellia campechiana	Guinolo	7	1	4.5	14	0.14	0.015
S05	Bursera submoniliformis	Copal	5	1	6.7	20	0.2	0.031
S05	Ipomoea murucoides	Cazahuate blanco	5	1	7.5	21	0.21	0.035
S05	Stenocereus pruinosus	Pitayo	2	1	5.7	23	0.23	0.042
S05	Opuntia velutina	Nopal	4	1	5	30	0.3	0.071
S05	Leucaena diversifolia	Guaje	5	1	5	14	0.14	0.015
S06	Bursera submoniliformis	Copal	2	1	7.2	23	0.23	0.042
S06	Tecoma stans	Tronadora	9	1	5.5	18	0.18	0.025
S06	Ipomoea murucoides	Cazahuate blanco	3	1	9	25	0.25	0.049
S06	Schinus molle	Pirul	2	1	11	32	0.32	0.080
S06	Stenocereus pruinosus	Pitayo	1	1	7	24	0.24	0.045
S07	Vachellia farnesiana	Huizache	7	1	4.5	14	0.14	0.015

S07	Ipomoea murucoides	Cazahuate blanco	3	1	5.5	22	0.22	0.038
S07	Schinus molle	Pirul	1	1	10.5	27	0.27	0.057
S07	Prosopis juliflora	Mezquite	3	1	7.2	26	0.26	0.053
S07	Tecoma stans	Tronadora	6	1	7	17	0.17	0.023

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

TABLA IV. 34 RESULTADOS DE MUESTREO PARA EL ESTRATO ARBUSTIVO

Sitio en campo	Nombre científico	Nombre común	No. individuos	Fr	Altura (m)	Diámetro de Copa 1 (m)	Diámetro de Copa 2 (m)	Promedio Diámetro
S01	Buddleja cordata	Tepozán blanco	2	1	1.5	0.9	1.1	1
S01	Opuntia pubescens	Tetencholete	3	1	1.3	1.5	1.1	1.3
S01	Barkleyanthus salicifolius	Chamizo	4	1	1.5	1.5	1.7	1.6
S01	Ricinus communis	Higuerilla	7	1	1.4	1.2	1.1	1.15
S01	Tournefortia hartwegiana	Confite coyote	5	1	0.8	1.7	2.1	1.9
S02	Buddleja cordata	Tepozán blanco	5	1	1.7	2.1	2.3	2.2
S02	Barkleyanthus salicifolius	Chamizo	2	1	1.4	1.4	1.9	1.65
S02	Ricinus communis	Higuerilla	4	1	1.5	1.1	1.3	1.2
S03	Baccharis salicifolia	Chamizo vara	3	1	1.2	1.3	1.2	1.25
S03	Buddleja cordata	Tepozán blanco	4	1	1.8	0.9	1.1	1
S03	Opuntia pubescens	Tetencholete	3	1	0.8	1.1	0.8	0.95
S03	Mimosa lacerata	Garabato	3	1	1.4	0.8	0.9	0.85
S03	Baccharis salicifolia	Chamizo vara	5	1	1.7	1.3	1.5	1.4
S03	Dodonaea viscosa	Chapulixtle	5	1	1.2	1.1	0.9	1
S04	Buddleja cordata	Tepozán blanco	3	1	1.7	0.8	0.7	0.75
S04	Malacomeles denticulata	Tlaxistle	5	1	1.1	0.9	0.8	0.85
S04	Agave vivipara	Maguey espadín	4	1	0.8	0.9	1.1	1
S04	Tournefortia hartwegiana	Confite coyote	3	1	0.9	0.8	0.7	0.75
S04	Rhus standleyi	Vara negra	5	1	1.1	1.9	2.1	2
S04	Bursera bipinnata	Copal santo	7	1	1.3	0.8	1.1	0.95
S05	Buddleja cordata	Tepozán blanco	5	1	1.5	1.4	1.7	1.55
S05	Opuntia pubescens	Tetencholete	6	1	0.7	0.7	0.6	0.65
S05	Agave vivipara	Maguey espadín	2	1	1.1	0.9	1.1	1
S05	Ricinus communis	Higuerilla	6	1	1.8	1.3	1.1	1.2
S06	Baccharis salicifolia	Chamizo vara	7	1	1.3	1.2	1.1	1.15
S06	Buddleja cordata	Tepozán blanco	4	1	1.5	2.1	1.8	1.95
S06	Barkleyanthus salicifolius	Chamizo	6	1	1.7	1.2	1.1	1.15
S06	Ricinus communis	Higuerilla	7	1	1.3	0.4	0.8	0.6
S06	Mimosa lacerata	Garabato	5	1	1.4	1.1	1.2	1.15

S06	Dodonaea viscosa	Chapulixtle	6	1	1.4	1.9	1.7	1.8
S06	Bursera bipinnata	Copal santo	3	1	1.7	1.5	2.1	1.8
S07	Opuntia pubescens	Tetencholete	5	1	0.7	0.9	1.1	1
S07	Barkleyanthus salicifolius	Chamizo	3	1	1.4	1.1	1.2	1.15
S07	Agave vivipara	Maguey espadín	5	1	1.2	1.3	1.1	1.2
S07	Bursera bipinnata	Copal santo	3	1	1.7	1.7	2.1	1.9
S07	Buddleja cordata	Tepozán blanco	6	1	1.2	1.3	1.4	1.35

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

TABLA IV. 35 RESULTADOS DE MUESTREO PARA EL ESTRATO HERBACEO.

Sitio	*Nombre Científico*	*Nombre Común*	No. Individuos	Altura promedio (cm)	N-S (cm)	E-O (cm)	Frecuencia
S01	Crusea coccinea	Chupamirto	7	50	35	27	1
S01	Lippia graveolens	Orégano de monte	11	45	25	27	1
S01	Ferocactus recurvus	Biznaga de barril	3	60	35	32	1
S01	Argemone ochroleuca	Cardo santo	16	67	30	27	1
S01	Ipomoea tricolor	Manto	13	55	25	29	1
S01	Melinis repens	Pasto africano rosado	11	35	27	22	1
S01	Hechtia podantha	Cordón	7	60	45	52	1
S01	Trachypogon spicatus	Pasto barba larga	9	70	67	57	1
S02	Lippia graveolens	Orégano de monte	7	80	92	87	1
S02	Ferocactus recurvus	Biznaga de barril	3	52	45	37	1
S02	Argemone ochroleuca	Cardo santo	6	50	47	41	1
S02	Melinis repens	Pasto africano rosado	13	57	52	47	1
S02	Bouteloua radicosa	Navajita purpura	11	60	40	35	1
S02	Ipomoea elongata	Rompe platos	11	55	52	57	1
S03	Lippia graveolens	Orégano de monte	9	35	48	52	1
S03	Melinis repens	Pasto africano rosado	11	50	47	41	1
S03	Hilaria cenchroides	Espiga negra	7	47	39	32	1
S03	Ipomoea elongata	Rompe platos	15	62	54	47	1
S03	Trachypogon spicatus	Pasto barba larga	7	55	47	50	1
S04	Acourtia scapiformis	Botoncito	7	35	31	37	1
S04	Argemone ochroleuca	Cardo santo	7	70	36	31	1
S04	Bothriochloa barbinodis	Popotillo	9	72	57	49	1
S04	Hilaria cenchroides	Espiga negra	3	43	37	31	1
S04	Ipomoea elongata	Rompe platos	8	73	61	54	1
S04	Salvia misella	Cadillo	11	45	51	47	1
S05	Bouteloua radicosa	Navajita purpura	13	52	72	54	1
S05	Crusea coccinea	Chupamirto	13	70	67	55	1

S05	Evolvulus alsinoides	Pico de pájaro	13	55	52	49	1
S05	Ferocactus recurvus	Biznaga de barril	1	67	65	57	1
S05	Sida abutifolia	Hierba de la viejita	3	65	27	21	1
S05	Trachypogon spicatus	Pasto barba larga	11	70	57	63	1
S06	Crusea coccinea	Chupamirto	9	45	45	41	1
S06	Ferocactus recurvus	Biznaga de barril	2	75	53	48	1
S06	Ipomoea tricolor	Manto	9	57	38	34	1
S06	Lantana camara	Cinco negritos	7	56	47	41	1
S06	Lippia graveolens	Orégano de monte	11	57	41	37	1
S06	Milla biflora	Estrellita	8	60	51	46	1
S07	Bouteloua radicosa	Navajita purpura	5	45	63	47	1
S07	Evolvulus alsinoides	Pico de pájaro	10	40	47	51	1
S07	Ferocactus recurvus	Biznaga de barril	9	55	47	42	1
S07	Hechtia podantha	Cordón	11	60	61	54	1
S07	Lippia graveolens	Orégano de monte	11	63	61	52	1
S07	Melinis repens	Pasto africano rosado	7	59	47	39	1
S07	Trachypogon spicatus	Pasto barba larga	6	45	35	31	1
S07	Argemone ochroleuca	Cardo santo	10	52	43	39	1

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN.

En el apartado anterior se nos muestra las variables principales evaluadas, con esta información y el uso de tablas dinámica de Excel, se obtuvo el número total de especies presentes, así como la densidad, frecuencias y promedio de cobertura, también se calculó la riqueza de especies, índices de valor de importancia, índice de Shannon-Wiener, índice de Simpson e índice de equidad de Pielou.

Valor de importancia.

Parámetro que estima el aporte o significación ecológica de cada especie en la comunidad. El valor máximo es de 300%, mientras más se acerque una especie a este valor, mayor será su importancia ecológica y dominio florístico sobre las demás especies presentes y es igual a la suma de la dominancia la abundancia y la frecuencia.

$$Valor\ de\ importancia = Densidad\ Relativa + Frecuencia\ Relativa + Dominancia\ Relativa$$

Índice de Shannon-Wiener

El cálculo del índice de Shannon-Wiener para los diferentes estratos presentes en el SA, se llevó a cabo bajo los principios que definen dicho concepto, el cual ayuda a describir la diversidad de comunidades, así como para denotar cambios sesiónales.

El Índice de Shannon-Wiener expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado de incertidumbre en predecir a qué especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección, mediante la siguiente fórmula.

$$H = \sum Pi * \ln Pi$$

Dónde:

H= Índice de diversidad de Shannon-Wiener.
Pi= Abundancia proporcional de la especie i, es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.
LnPI= logaritmo natural de pi.

De acuerdo con lo anterior se puede concluir que el procedimiento metodológico para la obtención del Índice de Shannon-Wiener se aplica el logaritmo natural (Ln) a la densidad relativa (pi) de cada una de las especies registradas para las comunidades, posteriormente al resultado anterior se multiplica por la densidad relativa de la especie (pi), obteniéndose con ello el valor de índice de Shannon-Wiener.

El Índice de Shannon-Wiener describe un parámetro de 0-5 donde 0 (Cero o nulo) refiere que dos individuos en el sitio pertenecen todos a la misma especie, mientras que 5 (máximo) indica que hay mayor diversidad de especies.

El máximo valor de este índice para un número determinado de especies se calcula de la siguiente manera:

$$H_{min} = 0; H_{max} = \ln S$$

Como **pi** es la proporción que hay de cada especie, su valor máximo es 1 y su mínimo se aproxima a 1. Para cualquier base al logaritmo de 1 es 0 y el Log de cualquier valor entre 0 y uno es negativo.

Equitatividad de Pielou

Dentro de una comunidad el valor del índice de diversidad dependerá de la riqueza y la abundancia de especies. Sin embargo, para algunas aplicaciones puede interesar exclusivamente la regularidad o uniformidad con que los individuos están distribuidos dentro de las especies, y no tanto cuantas especies hay. Es posible calcular las medidas de uniformidad, también llamada en ocasiones similitud, de una comunidad mediante el llamado índice de Pielou:

$$Pielou\, J' = \frac{H}{\ln(s)}$$

Dónde:

J= Equitatividad de Pielou.
H = Índice de diversidad de Shannon.
Ln (S) = Logaritmo natural del número de especies (o riqueza).

Al igual que con la diversidad, el índice de uniformidad considera que todas las especies de la comunidad están representadas en la muestra. Pielou adopta valores entre 0 y 1, el número 1 indica que todas las especies son igualmente abundantes y el 0 señala la ausencia de uniformidad.

En resumen, para obtener la **equitatividad de Pielou** se divide el índice de Shannon-Wiener sobre el logaritmo natural (Ln) de la riqueza (S).

Índice de Simpson

El índice de Simpson, indica la probabilidad de que dos individuos tomados al azar en una muestra sea de la misma especie, la fórmula utilizada es la siguiente:

$$D = \frac{\sum_{i=1}^{s} n_i(n_i - 1)}{N(N-1)}$$

Dónde:
S: es el número de especies.
N: es el total de organismos presentes (o unidades cuadradas).
Ni: es el número de ejemplares por especie.

Análisis de la vegetación

De los 7 sitios de muestreo evaluados, se encontró 1 tipo de uso de suelo y vegetación de acuerdo con INEGI en su serie VII, por lo que los cálculos se realizaron por estrato, para lograr un mejor y más congruente análisis de la vegetación que se encuentra en el área del proyecto.

Área del proyecto y área de influencia del proyecto.

Estrato Arbóreo

TABLA IV. 36 ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA (IVIE) PARA EL ESTRATO ARBÓREO EN EL ÁREA DEL PROYECTO Y ÁREA DE INFLUENCIA

No	Especie	Densidad	Altura (m)	DAP (cm)	Densidad (Ind/ha)	Densidad relativa	Fr	Frecuencia relativa	Abundancia Relativa (Pi)	Pi^2	Dominancia	Dominancia relativa	IVIE	IVIE %
1	*Bursera submoniliformis*	9	8.50	0.23	18.75	15.25	2	11.76	0.15	0.02	0.04	9.95	36.97	12.32
2	*Ipomoea murucoides*	5	6.50	0.21	10.42	8.47	2	11.76	0.08	0.01	0.03	8.58	28.82	9.61
3	*Leucaena diversifolia*	7	6.25	0.19	14.58	11.86	2	11.76	0.12	0.01	0.03	7.03	30.66	10.22
4	*Opuntia velutina*	4	3.40	0.23	8.33	6.78	2	11.76	0.07	0.00	0.04	10.22	28.77	9.59
5	*Prosopis juliflora*	3	9.00	0.35	6.25	5.08	1	5.88	0.05	0.00	0.10	23.79	34.75	11.58
6	*Schinus molle*	4	10.00	0.25	8.33	6.78	1	5.88	0.07	0.00	0.05	12.14	24.80	8.27
7	*Stenocereus pruinosus*	3	7.00	0.25	6.25	5.08	1	5.88	0.05	0.00	0.05	12.14	23.10	7.70
8	*Tecoma stans*	8	6.25	0.18	16.67	13.56	2	11.76	0.14	0.02	0.03	6.31	31.63	10.54
9	*Vachellia campechiana*	13	5.93	0.15	27.08	22.03	3	17.65	0.22	0.05	0.02	4.23	43.91	14.64
10	*Vachellia farnesiana*	3	5.00	0.17	6.25	5.08	1	5.88	0.05	0.00	0.02	5.61	16.58	5.53
Total		59	68	2	123	100	17	100	1	0	0	100	300	100

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

En la tabla anterior se presentan las características utilizadas para el cálculo de los índices que se presentan en la tabla siguiente.

TABLA IV. 37 RELACIÓN DE ÍNDICES DEL ESTRATO ARBÓREO

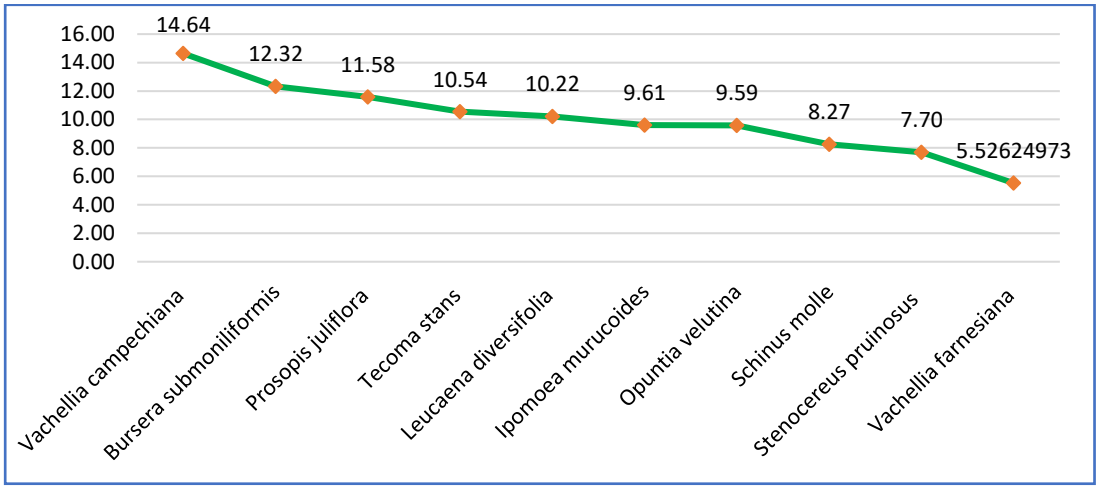
Riqueza específica (S)	10
Índice de Shannon-Wiener (H)	2.17
Diversidad máxima (H max)	2.30
Equidad de Pielou (J)	0.94
Diferencia diversidad	0.13
índice de Simpson	0.87
Dominancia	0.13

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

Con los índices que se calcularon para el estrato arbóreo, podemos llegar a las siguientes conclusiones:

- El índice de Shannon para este estrato tiene un valor dentro del rango 1.6-3.4 representando una diversidad media y una abundancia que tiende a sufrir un desequilibrio por presentar un mayor número de individuos de una sola especie.
- Se aprecia un valor de equitatividad de Pielou cercano a 1, lo que es un indicador de que las especies pueden ser igualmente abundantes e igual posibilidad de ser encontradas, sin embargo, se observa que existe una tendencia que disminuye la equitatividad debido a que *Vachellia campechiana* presenta una mayor cantidad de individuos a comparación del resto de especies.
- No hay una marcada dominancia en una especie en particular dentro de los sitios evaluados.
- El índice de Simpson tiene un valor de 0.87 teniendo una representatividad disminuida en los sitios de muestreo, por lo que la posibilidad de que dos individuos de especies diferentes se encuentren en dos extracciones sucesivas al azar sin reposición es media.
- Por lo anterior se deduce que la diversidad es media, siendo que *Vachellia campechiana* presenta el mayor valor de importancia ecológica, siendo una especia de rápido crecimiento en áreas perturbadas.

GRÁFICA IV. 6 IVIE DEL ESTRATO ARBÓREO



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

Respecto al análisis de estructura vertical se observa lo siguiente:

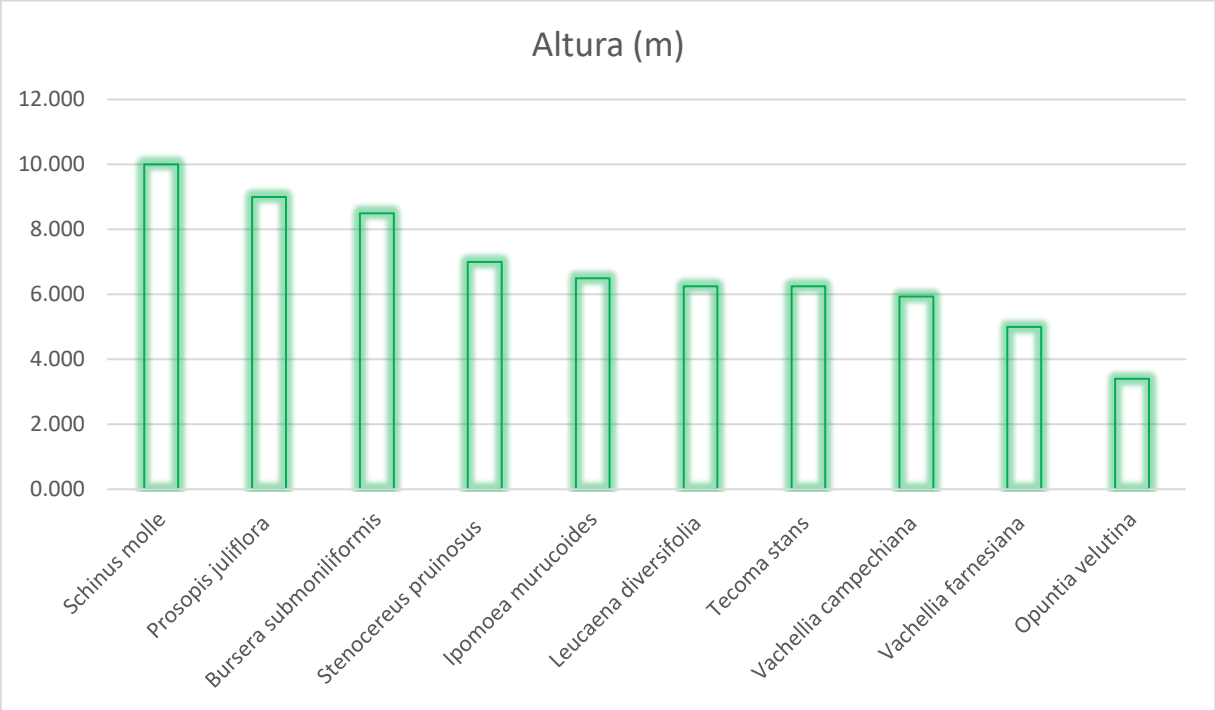
TABLA IV. 38 ESTRUCTURA VERTICAL DEL ESTRATO ARBÓREO

Especie	Densidad	Altura (m)	DAP (cm)	Estatus NOM-059-SEMARNAT
Schinus molle	4	10.000	0.25	-
Prosopis juliflora	3	9.000	0.35	-
Bursera submoniliformis	9	8.500	0.225	-
Stenocereus pruinosus	3	7.000	0.25	-
Ipomoea murucoides	5	6.500	0.21	-
Leucaena diversifolia	7	6.250	0.19	-
Tecoma stans	8	6.250	0.18	-
Vachellia campechiana	13	5.933	0.147	
Vachellia farnesiana	3	5.000	0.17	
Opuntia velutina	4	3.400	0.225	-

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

Schinus molle es la especie con mayor altura para este estrato, teniendo en promedio una altura de 10 metro, algunos individuos sobrepasando los 10 metros. Esta especie igual es un indicar de perturbación en el Sistema Ambiental al ser una especie introducida y oportunista.

GRÁFICA IV. 7 ESTRUCTURA VERTICAL DEL ESTRATO ARBÓREO



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

Estrato arbustivo

TABLA IV. 39 ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA (IVIE) PARA EL ESTRATO ARBUSTIVO EN EL ÁREA DEL PROYECTO Y ÁREA DE INFLUENCIA

No.	Especie	Densidad	Densidad (Ind/ha)	Densidad relativa	Frecuencia	Frecuencia relativa	Abundancia Relativa (Pi)	Pi^2	Dominancia	Dominancia relativa	IVIE	IVIE %
1	*Baccharis salicifolia*	8.00	66.67	14.55	2.00	14.29	0.15	0.02	2.77	13.38	42.21	14.07
2	*Barkleyanthus salicifolius*	6.00	50.00	10.91	2.00	14.29	0.11	0.01	4.15	20.06	45.26	15.09
3	*Buddleja cordata*	11.00	91.67	20.00	3.00	21.43	0.20	0.04	5.37	25.98	67.40	22.47
4	*Dodonaea viscosa*	5.00	41.67	9.09	1.00	7.14	0.09	0.01	0.79	3.80	20.03	6.68
5	*Mimosa lacerata*	3.00	25.00	5.45	1.00	7.14	0.05	0.00	0.57	2.74	15.34	5.11
6	*Opuntia pubescens*	6.00	50.00	10.91	2.00	14.29	0.11	0.01	2.04	9.85	35.04	11.68
7	*Ricinus communis*	11.00	91.67	20.00	2.00	14.29	0.20	0.04	2.17	10.49	44.78	14.93
8	*Tournefortia hartwegiana*	5.00	41.67	9.09	1.00	7.14	0.09	0.01	2.84	13.71	29.94	9.98
	Total	**55.00**	**458.33**	**100.00**	**14.00**	**100.00**	**1.00**	**0.14**	**20.68**	**100.00**	**300.00**	**100.00**

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

En la tabla anterior se presentan las características utilizadas para el cálculo de los índices que se presentan en la tabla siguiente.

TABLA IV. 40 RELACIÓN DE ÍNDICES DEL ESTRATO ARBUSTIVO

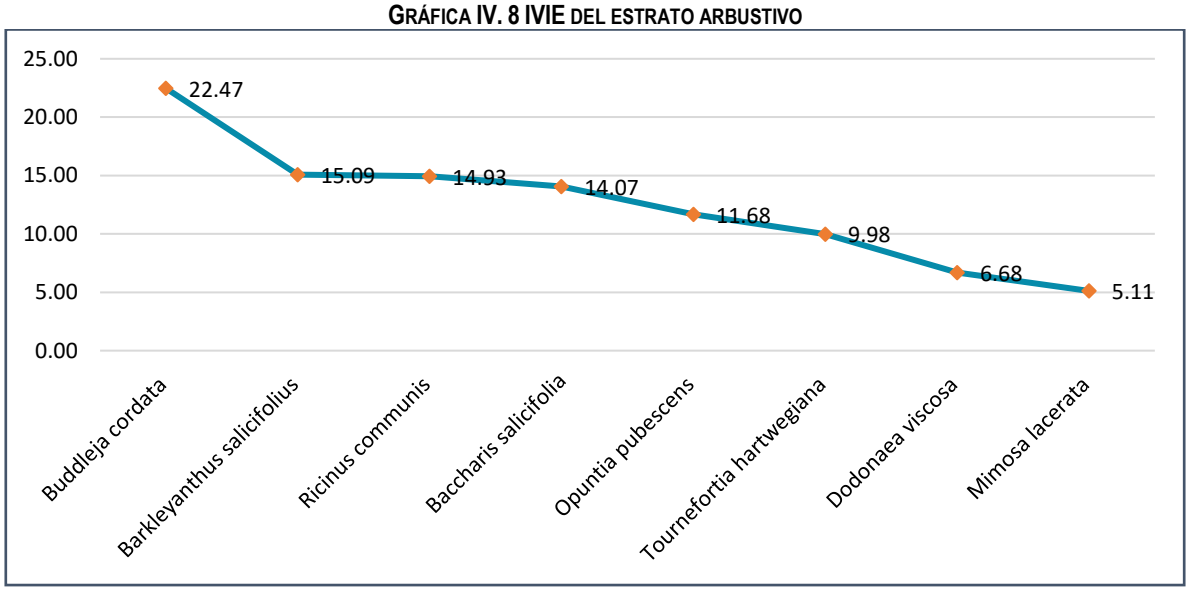
Riqueza específica (S)	**8**
Índice de Shannon-Wiener (H)	2.00
Diversidad máxima (H max)	2.08
Equidad de Pielou (J)	0.96
Diferencia diversidad	0.08
índice de Simpson	0.86
Dominancia	0.14

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

Con los índices que se calcularon para el estrato arbustivo, podemos llegar a las siguientes conclusiones:

- El índice de Shannon para este estrato tiene un valor dentro del rango 1.6-3.4 representando una diversidad media y una abundancia que tiende a sufrir un desequilibrio por presentar un mayor número de individuos de una sola especie.
- Se aprecia un valor de equitatividad de Pielou cercano a 1, lo que es un indicador de que las especies pueden ser igualmente abundantes e igual posibilidad de ser encontradas, sin embargo, se observa que existe una tendencia que disminuye la equitatividad debido a que *Buddleja cordata* presenta una mayor dominancia de individuos a comparación del resto de especies, esto se debe a su forma de crecimiento.
- Hay una ligera dominancia en una especie en particular dentro de los sitios evaluados.
- El índice de Simpson tiene un valor de 0.86 teniendo una representatividad disminuida en los sitios de muestreo, por lo que la posibilidad de que dos individuos de especies diferentes se encuentren en dos extracciones sucesivas al azar sin reposición es media.
- Por lo anterior se deduce que la diversidad es media, siendo que *Buddleja cordata* presenta el mayor valor de importancia ecológica, debido a que tiene una mayor dominancia al resto de las especies.

GRÁFICA IV. 8 IVIE DEL ESTRATO ARBUSTIVO



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

Respecto al análisis de estructura vertical se observa lo siguiente:

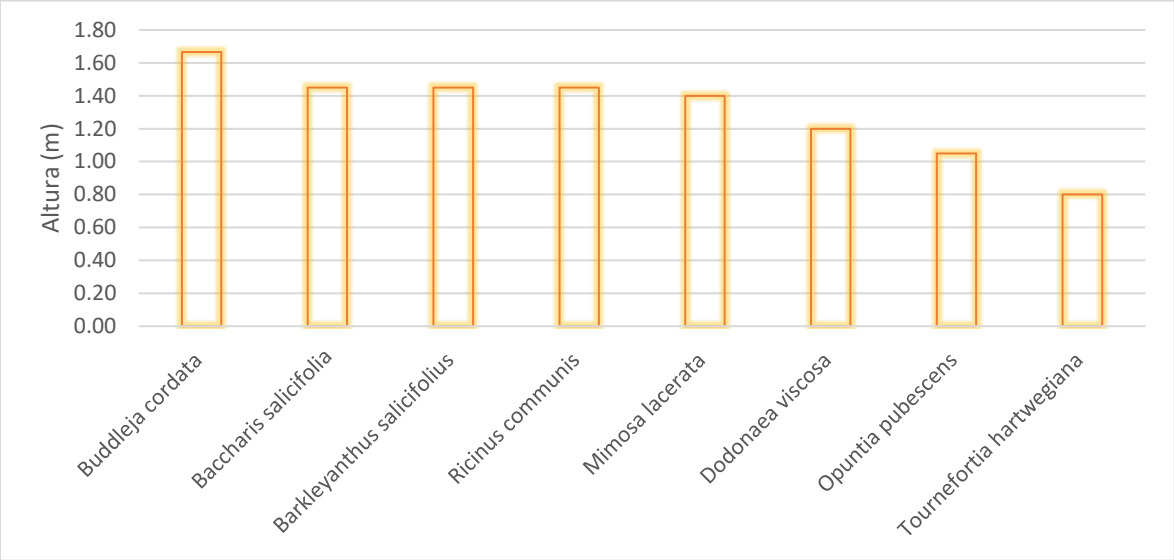
TABLA IV. 41 ESTRUCTURA VERTICAL DEL ESTRATO ARBUSTIVO

Especie	Densidad	Altura promedio (m)	Cobertura Promedio (m)	Estatus NOM-059
Buddleja cordata	11.00	1.67	5.37	-
Baccharis salicifolia	8.00	1.45	2.77	-
Barkleyanthus salicifolius	6.00	1.45	4.15	-
Ricinus communis	11.00	1.45	2.17	-
Mimosa lacerata	3.00	1.40	0.57	-
Dodonaea viscosa	5.00	1.20	0.79	-
Opuntia pubescens	6.00	1.05	2.04	-
Tournefortia hartwegiana	5.00	0.80	2.84	-

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

Asi como domina *Buddleja cordata* en IVIE también presenta una mayor altura en el estrato arbustivo, sobrepasando los 1.5 metros. Sin embargo, hay 4 especies que tiene una altura de 1.40 metros, siendo por esto una estrato heterogéneo respecto a la altura.

GRÁFICA IV. 9 ESTRUCTURA VERTICAL DEL ESTRATO ARBUSTIVO



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

Estrato herbáceo

TABLA IV. 42 ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA (IVIE) PARA EL ESTRATO HERBÁCEO EN EL ÁREA DEL PROYECTO Y ÁREA DE INFLUENCIA

No.	Especie	Densidad	Densidad (Ind/ha)	Densidad relativa	Frecuencia	Frecuencia relativa	Abundancia Relativa (Pi)	Pi^2	Dominancia	Dominancia relativa	IVIE	IVIE %
1	*Argemone ochroleuca*	22.00	5,838.64	12.43	2.00	10.53	0.12	0.02	0.14	6.63	29.59	9.86
2	*Bouteloua radicosa*	11.00	2,919.32	6.21	1.00	5.26	0.06	0.00	0.14	6.78	18.26	6.09
3	*Crusea coccinea*	7.00	1,857.75	3.95	1.00	5.26	0.04	0.00	0.09	4.58	13.80	4.60
4	*Ferocactus recurvus*	6.00	1,592.36	3.39	2.00	10.53	0.03	0.00	0.14	6.75	20.66	6.89
5	*Hechtia podantha*	7.00	1,857.75	3.95	1.00	5.26	0.04	0.00	0.23	11.34	20.56	6.85
6	*Hilaria cenchroides*	7.00	1,857.75	3.95	1.00	5.26	0.04	0.00	0.12	6.05	15.27	5.09
7	*Ipomoea elongata*	26.00	6,900.21	14.69	2.00	10.53	0.15	0.02	0.28	13.33	38.55	12.85
8	*Ipomoea tricolor*	13.00	3,450.11	7.34	1.00	5.26	0.07	0.01	0.07	3.51	16.12	5.37
9	*Lippia graveolens*	27.00	7,165.61	15.25	3.00	15.79	0.15	0.02	0.37	18.05	49.10	16.37
10	*Melinis repens*	35.00	9,288.75	19.77	3.00	15.79	0.20	0.04	0.17	8.02	43.58	14.53
11	*Trachypogon spicatus*	16.00	4,246.28	9.04	2.00	10.53	0.09	0.01	0.31	14.95	34.51	11.50
Total		**177.00**	**46,974.52**	**100.00**	**19.00**	**100.00**	**1.00**	**0.12**	**2.06**	**100.00**	**300.00**	**100.00**

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

En la tabla anterior se presentan las características utilizadas para el cálculo de los índices que se presentan en la tabla siguiente.

TABLA IV. 43 RELACIÓN DE ÍNDICES DEL ESTRATO HERBÁCEO

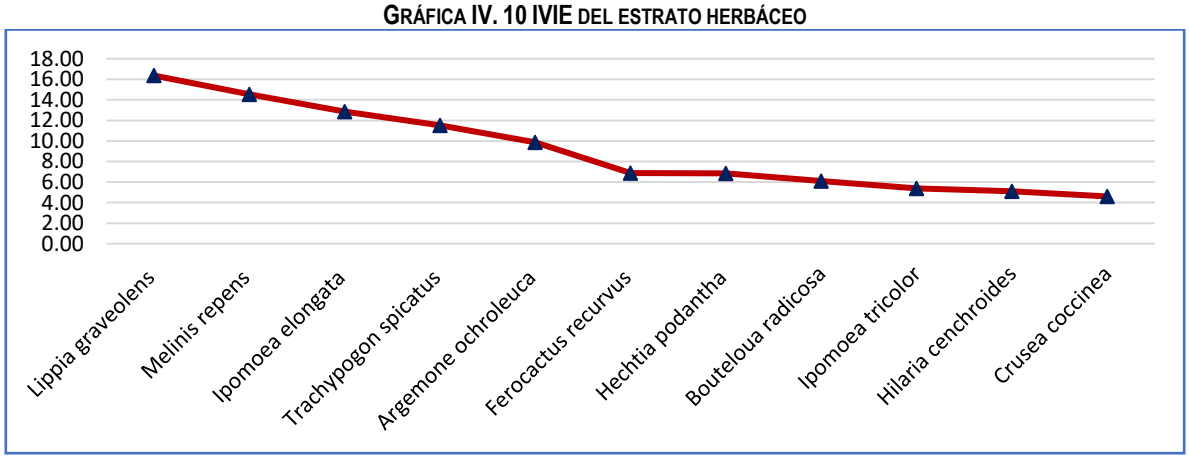
Riqueza específica (S)	**11**
Índice de Shannon-Wiener (H)	2.23
Diversidad máxima (H max)	2.40
Equidad de Pielou (J)	0.93
Diferencia diversidad	0.17
índice de Simpson	0.88
Dominancia	0.12

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

Con los índices que se calcularon para el estrato arbustivo, podemos llegar a las siguientes conclusiones:

- El índice de Shannon para este estrato tiene un valor dentro del rango 1.6-3.4 representando una diversidad media y una abundancia que tiende a sufrir un desequilibrio por presentar un mayor número de individuos de una sola especie.
- Se aprecia un valor de equitatividad de Pielou cercano a 1, lo que es un indicador de que las especies pueden ser igualmente abundantes e igual posibilidad de ser encontradas, sin embargo, se observa que existe una tendencia que disminuye la equitatividad debido a que *Melinis repens* presenta una mayor cantidad de individuos a comparación del resto de especies.
- Hay una ligera dominancia en una especie en particular dentro de los sitios evaluados.
- El índice de Simpson tiene un valor de 0.88 teniendo una representatividad disminuida en los sitios de muestreo, por lo que la posibilidad de que dos individuos de especies diferentes se encuentren en dos extracciones sucesivas al azar sin reposición es media.
- Por lo anterior se deduce que la diversidad es media, siendo que *Lippia graveolens* presenta el mayor valor de importancia ecológica, debido a que tiene una mayor dominancia al resto de las especies, principalmente por sus forma de crecimiento.

GRÁFICA IV. 10 IVIE DEL ESTRATO HERBÁCEO



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

Respecto al análisis de estructura vertical se observa lo siguiente:

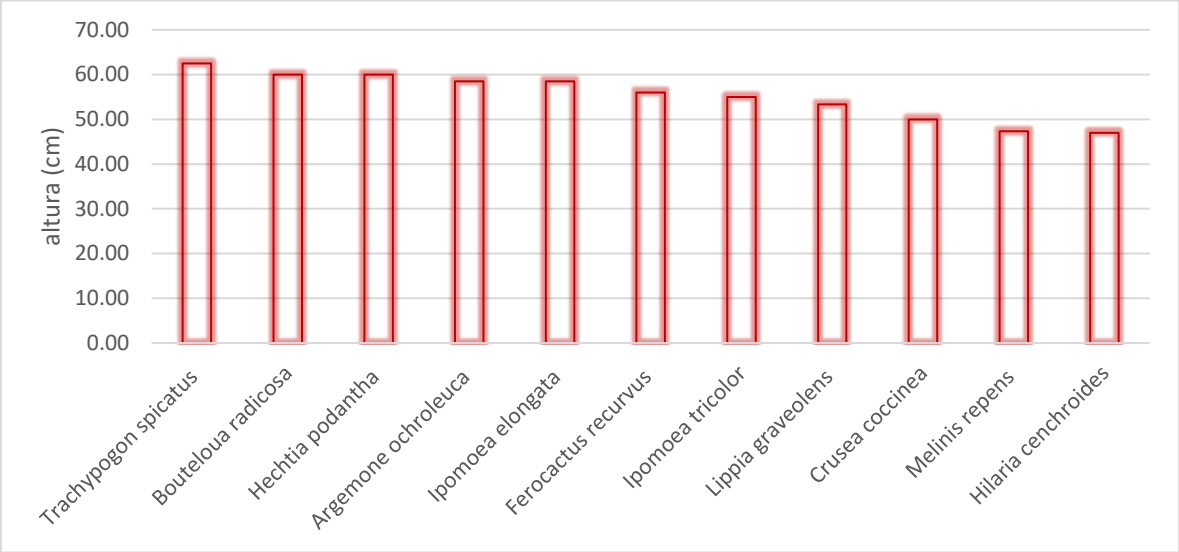
TABLA IV. 44 ESTRUCTURA VERTICAL DEL ESTRATO HERBACEO

Especie	Altura	Densidad	Cobertura promedio (m)	Estatus en la NOM-059-SEMARNAT
Trachypogon spicatus	62.50	16.00	0.31	-
Bouteloua radicosa	60.00	11.00	0.14	-
Hechtia podantha	60.00	7.00	0.23	-
Argemone ochroleuca	58.50	22.00	0.14	-
Ipomoea elongata	58.50	26.00	0.28	-
Ferocactus recurvus	56.00	6.00	0.14	-
Ipomoea tricolor	55.00	13.00	0.07	-
Lippia graveolens	53.33	27.00	0.37	-
Crusea coccinea	50.00	7.00	0.09	-
Melinis repens	47.33	35.00	0.17	-
Hilaria cenchroides	47.00	7.00	0.12	-

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

Trachypogon spicatus es la especie con mayor altura para este estrato, sobrepasando el rango de los 60 cm de altura, sin embargo la mayoría de las especies sobrepasan los 50 cm.

GRÁFICA IV. 11 ESTRUCTURA VERTICAL DEL ESTRATO HERBÁCEO



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

Sistema ambiental

Estrato Arbóreo

TABLA IV. 45 ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA (IVIE) PARA EL ESTRATO ARBÓREO EN EL SISTEMA AMBIENTAL

No.	Especie	Densidad	Altura (m)	DAP (cm)	Densidad (Ind/ha)	Densidad relativa	Fr	Fr relativa	Abundancia Relativa (Pi)	Pi^2	Dominancia	Dominancia relativa	IVIE	IVIE %
1	*Bursera submoniliformis*	12.00	6.80	0.21	18.75	14.81	3.00	13.64	0.15	0.02	0.04	7.24	35.69	11.90
2	*Ipomoea murucoides*	14.00	7.50	0.23	21.88	17.28	4.00	18.18	0.17	0.03	0.04	8.24	43.71	14.57
3	*Leucaena diversifolia*	5.00	5.00	0.14	7.81	6.17	1.00	4.55	0.06	0.00	0.02	3.11	13.83	4.61
4	*Opuntia tomentosa*	3.00	4.50	0.23	4.69	3.70	1.00	4.55	0.04	0.00	0.04	8.39	16.64	5.55
5	*Opuntia velutina*	4.00	5.00	0.30	6.25	4.94	1.00	4.55	0.05	0.00	0.07	14.27	23.76	7.92
6	*Prosopis juliflora*	3.00	7.20	0.26	4.69	3.70	1.00	4.55	0.04	0.00	0.05	10.72	18.97	6.32
7	*Pseudobombax ellipticum*	2.00	7.00	0.20	3.13	2.47	1.00	4.55	0.02	0.00	0.03	6.34	13.36	4.45
8	*Schinus molle*	3.00	10.75	0.30	4.69	3.70	2.00	9.09	0.04	0.00	0.07	13.90	26.70	8.90
9	*Senna galeottiana*	1.00	9.00	0.21	1.56	1.23	1.00	4.55	0.01	0.00	0.03	6.99	12.77	4.26
10	*Stenocereus pruinosus*	5.00	6.40	0.25	7.81	6.17	3.00	13.64	0.06	0.00	0.05	9.70	29.51	9.84
11	*Tecoma stans*	15.00	6.25	0.18	23.44	18.52	2.00	9.09	0.19	0.03	0.02	4.86	32.47	10.82
12	*Vachellia campechiana*	7.00	4.50	0.14	10.94	8.64	1.00	4.55	0.09	0.01	0.02	3.11	16.30	5.43
13	*Vachellia farnesiana*	7.00	4.50	0.14	10.94	8.64	1.00	4.55	0.09	0.01	0.02	3.11	16.30	5.43
Total		**81**	**84.4**	**2.7775**	**126.5625**	**100**	**22**	**100**	**1**	**0.12**	**0.50**	**100**	**300**	**100**

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

En la tabla anterior se presentan las características utilizadas para el cálculo de los índices que se presentan en la tabla siguiente.

TABLA IV. 46 RELACIÓN DE ÍNDICES DEL ESTRATO ARBÓREO

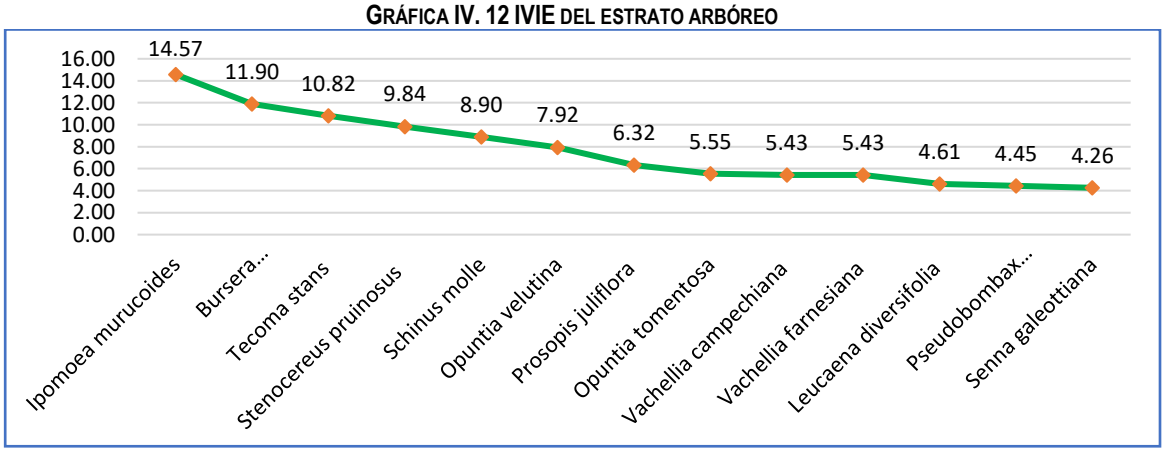
Riqueza específica (S)	**13**
Índice de Shannon-Wiener (H)	2.33
Diversidad máxima (H max)	2.56
Equidad de Pielou (J)	0.91
Diferencia diversidad	0.24
índice de Simpson	0.88
Dominancia	0.12

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

Con los índices que se calcularon para el estrato arbóreo, podemos llegar a las siguientes conclusiones:

- El índice de Shannon para este estrato tiene un valor dentro del rango 1.6-3.4 representando una diversidad media y una abundancia que tiende a sufrir un desequilibrio por presentar un mayor número de individuos de una sola especie.
- Se aprecia un valor de equitatividad de Pielou cercano a 1, lo que es un indicador de que las especies pueden ser igualmente abundantes e igual posibilidad de ser encontradas, sin embargo, se observa que existe una tendencia que disminuye la equitatividad debido a que *Ipomoea murucoides* presenta una mayor cantidad de individuos a comparación del resto de especies.
- No hay una marcada dominancia en una especie en particular dentro de los sitios evaluados.
- El índice de Simpson tiene un valor de 0.88 teniendo una representatividad disminuida en los sitios de muestreo, por lo que la posibilidad de que dos individuos de especies diferentes se encuentren en dos extracciones sucesivas al azar sin reposición es media.
- Por lo anterior se deduce que la diversidad es media, siendo que *Ipomoea murucoides* domina el sistema ambiental, siendo una especie característica de la Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia.

GRÁFICA IV. 12 IVIE DEL ESTRATO ARBÓREO



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

Respecto al análisis de estructura vertical se observa lo siguiente:

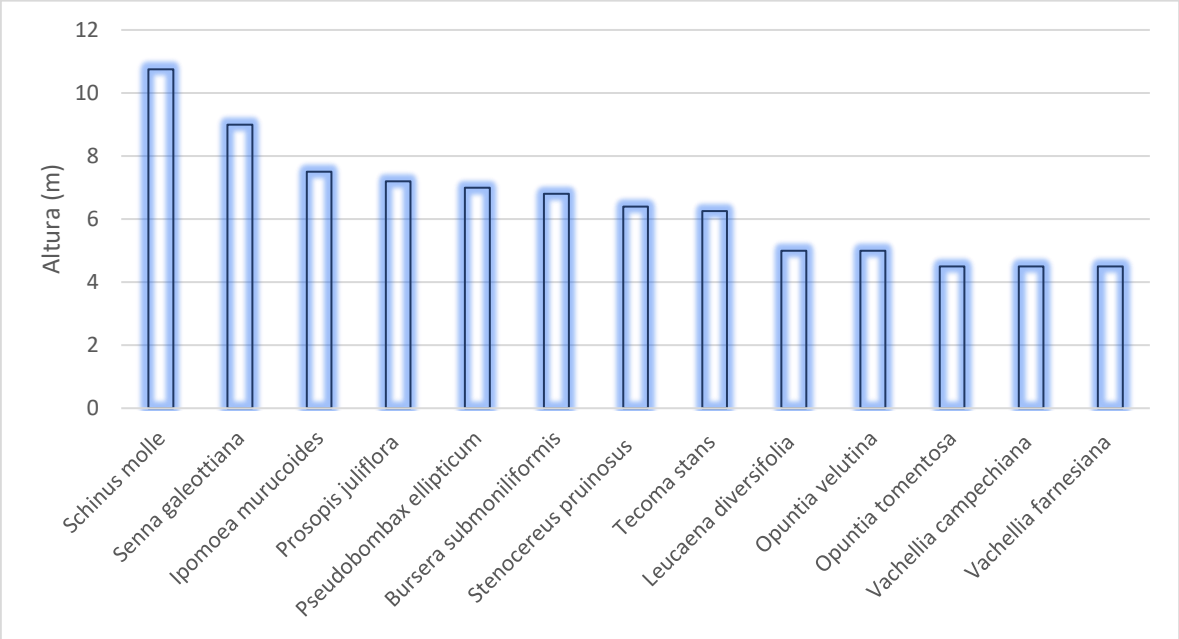
TABLA IV. 47 ESTRUCTURA VERTICAL DEL ESTRATO ARBÓREO

Especie	Densidad	Altura (m)	DAP (cm)	Estatus NOM-059-SEMARNAT
Bursera submoniliformis	12	6.8	0.21	-
Ipomoea murucoides	14	7.5	0.2275	-
Leucaena diversifolia	5	5	0.14	-
Opuntia tomentosa	3	4.5	0.23	-
Opuntia velutina	4	5	0.3	-
Prosopis juliflora	3	7.2	0.26	-
Pseudobombax ellipticum	2	7	0.2	-
Schinus molle	3	10.75	0.295	-
Senna galeottiana	1	9	0.21	-
Stenocereus pruinosus	5	6.4	0.25	-
Tecoma stans	15	6.25	0.175	-
Vachellia campechiana	7	4.5	0.14	-
Vachellia farnesiana	7	4.5	0.14	-

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

Schinus molle es la especie con mayor altura para este estrato, teniendo en promedio una altura de 10 metro, algunos individuos sobrepasando los 10 metros. Esta especie igual es un indicar de perturbación en el Sistema Ambiental al ser una especie introducida y oportunista.

GRÁFICA IV. 13 ESTRUCTURA VERTICAL DEL ESTRATO ARBÓREO



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

Estrato arbustivo

TABLA IV. 48 ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA (IVIE) PARA EL ESTRATO ARBUSTIVO EN EL SISTEMA AMVBIENTAL

No.	Especie	Densidad	Densidad (Ind/ha)	Densidad relativa	Frecuencia	Frecuencia relativa	Abundancia Relativa (Pi)	Pi^2	Dominancia	Dominancia relativa	IVIE	IVIE %
1	*Agave salmiana*	3.00	18.75	3.23	1.00	5.00	0.03	0.00	0.44	2.66	10.88	3.63
2	*Arctostaphylos pungens*	3.00	18.75	3.23	1.00	5.00	0.03	0.00	3.14	18.88	27.11	9.04
3	*Baccharis salicifolia*	7.00	43.75	7.53	1.00	5.00	0.08	0.01	2.84	17.04	29.57	9.86
4	*Barkleyanthus salicifolius*	8.00	50.00	8.60	2.00	10.00	0.09	0.01	1.12	6.76	25.36	8.45
5	*Bouvardia ternifolia*	3.00	18.75	3.23	1.00	5.00	0.03	0.00	0.57	3.41	11.64	3.88
6	*Buddleja cordata*	10.00	62.50	10.75	2.00	10.00	0.11	0.01	2.77	16.62	37.37	12.46
7	*Castela tortuosa*	9.00	56.25	9.68	2.00	10.00	0.10	0.01	2.22	13.32	32.99	11.00
8	*Clinopodium mexicanum*	15.00	93.75	16.13	2.00	10.00	0.16	0.03	0.56	3.36	29.49	9.83
9	*Dasylirion lucidum*	5.00	31.25	5.38	2.00	10.00	0.05	0.00	0.33	1.99	17.37	5.79
10	*Flaveria pringlei*	6.00	37.50	6.45	1.00	5.00	0.06	0.00	0.79	4.72	16.17	5.39
11	*Gymnosperma glutinosum*	11.00	68.75	11.83	1.00	5.00	0.12	0.01	0.50	3.02	19.85	6.62
12	*Nicotiana glauca*	7.00	43.75	7.53	1.00	5.00	0.08	0.01	0.28	1.70	14.23	4.74
13	*Rubus trilobus*	2.00	12.50	2.15	1.00	5.00	0.02	0.00	0.44	2.66	9.81	3.27
14	*Solanum lanceolatum*	4.00	25.00	4.30	2.00	10.00	0.04	0.00	0.64	3.87	18.17	6.06
	Total	**93.00**	**581.25**	**100.00**	**20.00**	**100.00**	**1.00**	**0.09**	**16.64**	**100.00**	**300.00**	**100.00**

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

En la tabla anterior se presentan las características utilizadas para el cálculo de los índices que se presentan en la tabla siguiente.

TABLA IV. 49 RELACIÓN DE ÍNDICES DEL ESTRATO ARBUSTIVO

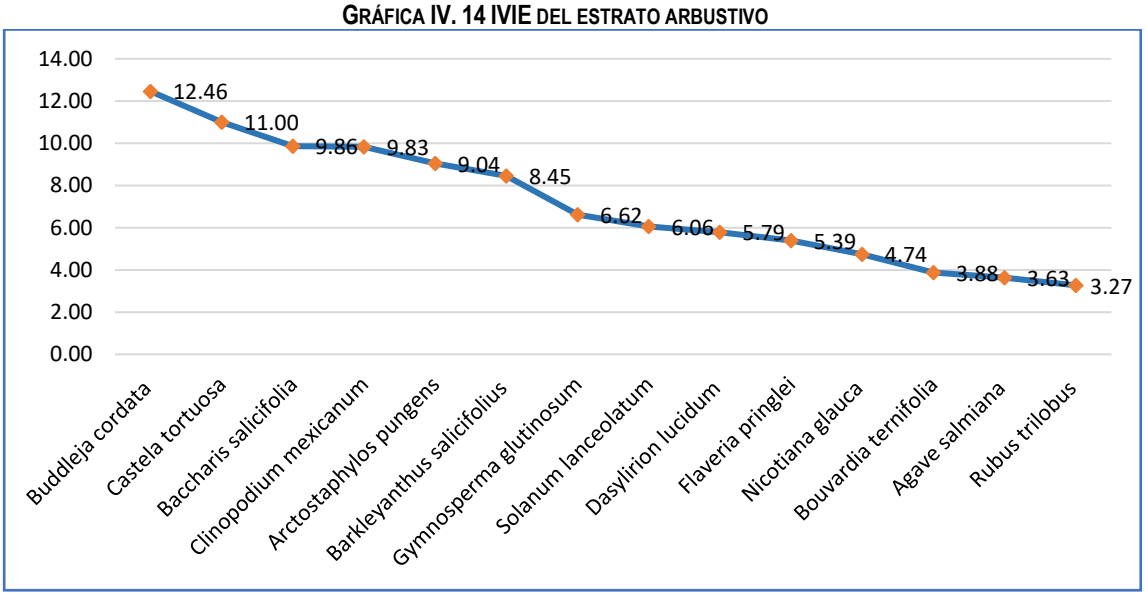
Riqueza específica (S)	**14**
Índice de Shannon-Wiener (H)	2.50
Diversidad máxima (H max)	2.64
Equidad de Pielou (J)	0.95
Diferencia diversidad	0.14
índice de Simpson	0.91
Dominancia	0.09

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

Con los índices que se calcularon para el estrato arbustivo, podemos llegar a las siguientes conclusiones:

- El índice de Shannon para este estrato tiene un valor dentro del rango 1.6-3.4 representando una diversidad media y una abundancia que tiende a sufrir un desequilibrio por presentar un mayor número de individuos de una sola especie.
- Se aprecia un valor de equitatividad de Pielou cercano a 1, lo que es un indicador de que las especies pueden ser igualmente abundantes e igual posibilidad de ser encontradas, sin embargo, se observa que existe una tendencia que disminuye la equitatividad debido a que *Clinopodium mexicanum* presenta una mayor cantidad de individuos a comparación del resto de especies.
- Hay una ligera dominancia en una especie en particular dentro de los sitios evaluados.
- El índice de Simpson tiene un valor de 0.91 teniendo una representatividad disminuida en los sitios de muestreo, por lo que la posibilidad de que dos individuos de especies diferentes se encuentren en dos extracciones sucesivas al azar sin reposición es media.
- Por lo anterior se deduce que la diversidad es media, siendo que *Buddleja cordata* presenta el mayor valor de importancia ecológica, debido a que tiene una mayor dominancia debido a su forma de crecimiento respecto al resto de las especies.

GRÁFICA IV. 14 IVIE DEL ESTRATO ARBUSTIVO



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

Respecto al análisis de estructura vertical se observa lo siguiente:

TABLA IV. 50 ESTRUCTURA VERTICAL DEL ESTRATO ARBUSTIVO

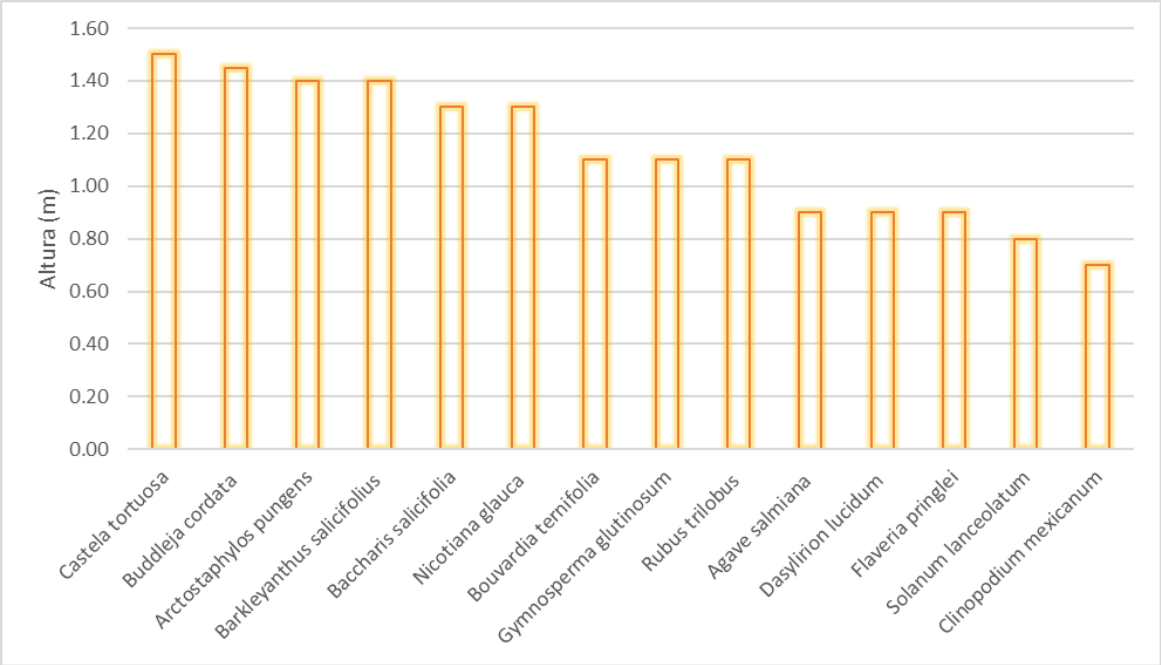
Especie	Densidad	Altura promedio (m)	Cobertura Promedio (m)	Estatus NOM-059
Agave salmiana	3.00	0.90	0.44	-
Arctostaphylos pungens	3.00	1.40	3.14	-
Baccharis salicifolia	7.00	1.30	2.84	-
Barkleyanthus salicifolius	8.00	1.40	1.12	-
Bouvardia ternifolia	3.00	1.10	0.57	-
Buddleja cordata	10.00	1.45	2.77	-
Castela tortuosa	9.00	1.50	2.22	-
Clinopodium mexicanum	15.00	0.70	0.56	-
Dasylirion lucidum	5.00	0.90	0.33	-
Flaveria pringlei	6.00	0.90	0.79	-

Gymnosperma glutinosum	11.00	1.10	0.50	-
Nicotiana glauca	7.00	1.30	0.28	-
Rubus trilobus	2.00	1.10	0.44	-
Solanum lanceolatum	4.00	0.80	0.64	-

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

Podemos observar que en el Sistema Ambiental *Castela tortuosa* tiene una mayor altura que *Buddleja cordata* lo que nos indica que el Sistema Ambiental se encuentra mejor conservado que el área de influencia y área del proyecto.

GRÁFICA IV. 15 ESTRUCTURA VERTICAL DEL ESTRATO ARBUSTIVO



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

Estrato herbáceo

TABLA IV. 51 ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA (IVIE) PARA EL ESTRATO HERBÁCEO EN EL ÁREA DEL PROYECTO Y ÁREA DE INFLUENCIA

No.	Especie	Densidad	Densidad (Ind/ha)	Densidad relativa	Frecuencia	Frecuencia relativa	Abundancia Relativa (Pi)	Pi^2	Dominancia	Dominancia relativa	IVIE	IVIE %
1	Acourtia scapiformis	7.00	1393.31	3.27	1	3.85	0.03	0.00	0.11	2.90	10.02	3.34
2	Argemone ochroleuca	17.00	3383.76	7.94	2	7.69	0.08	0.01	0.14	3.53	19.17	6.39
3	Bothriochloa barbinodis	9.00	1791.40	4.21	1	3.85	0.04	0.00	0.28	7.07	15.12	5.04
4	Bouteloua radicosa	18.00	3582.80	8.41	2	7.69	0.08	0.01	0.34	8.67	24.77	8.26
5	Crusea coccinea	22.00	4378.98	10.28	2	7.69	0.10	0.01	0.28	7.00	24.97	8.32
6	Evolvulus alsinoides	23.00	4578.03	10.75	2	7.69	0.11	0.01	0.25	6.26	24.70	8.23
7	Ferocactus recurvus	12.00	2388.54	5.61	3	11.54	0.06	0.00	0.27	6.94	24.08	8.03
8	Hechtia podantha	11.00	2189.49	5.14	1	3.85	0.05	0.00	0.33	8.34	17.32	5.77
9	Hilaria cenchroides	3.00	597.13	1.40	1	3.85	0.01	0.00	0.11	2.90	8.15	2.72
10	Ipomoea elongata	8.00	1592.36	3.74	1	3.85	0.04	0.00	0.33	8.34	15.92	5.31
11	Ipomoea tricolor	9.00	1791.40	4.21	1	3.85	0.04	0.00	0.13	3.27	11.32	3.77
12	Lantana camara	7.00	1393.31	3.27	1	3.85	0.03	0.00	0.19	4.88	11.99	4.00
13	Lippia graveolens	22.00	4378.98	10.28	2	7.69	0.10	0.01	0.23	5.93	23.91	7.97
14	Melinis repens	7.00	1393.31	3.27	1	3.85	0.03	0.00	0.18	4.64	11.76	3.92
15	Milla biflora	8.00	1592.36	3.74	1	3.85	0.04	0.00	0.23	5.94	13.52	4.51
16	Salvia misella	11.00	2189.49	5.14	1	3.85	0.05	0.00	0.24	6.07	15.05	5.02
17	Sida abutifolia	3.00	597.13	1.40	1	3.85	0.01	0.00	0.06	1.43	6.68	2.23
18	Trachypogon spicatus	17.00	3383.76	7.94	2	7.69	0.08	0.01	0.23	5.92	21.55	7.18
Total		**214.00**	**42595.54**	**100.00**	**26**	**100.00**	**1.00**	**0.07**	**3.95**	**100.00**	**300.00**	**100.00**

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

En la tabla anterior se presentan las características utilizadas para el cálculo de los índices que se presentan en la tabla siguiente.

TABLA IV. 52 RELACIÓN DE ÍNDICES DEL ESTRATO HERBÁCEO

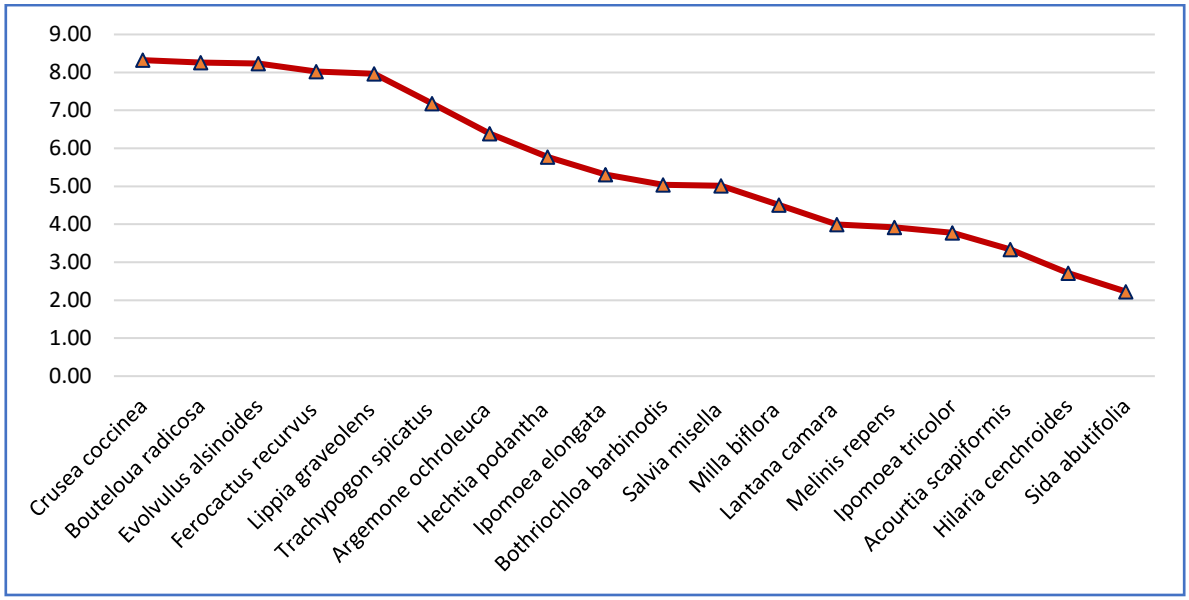
Riqueza específica (S)	18
Índice de Shannon-Wiener (H)	2.75
Diversidad máxima (H max)	2.89
Equidad de Pielou (J)	0.95
Diferencia diversidad	0.14
índice de Simpson	0.93
Dominancia	0.07

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

Con los índices que se calcularon para el estrato arbustivo, podemos llegar a las siguientes conclusiones:

- El índice de Shannon para este estrato tiene un valor dentro del rango 1.6-3.4 representando una diversidad media y una abundancia que tiende a sufrir un desequilibrio por presentar un mayor número de individuos de una sola especie.
- Se aprecia un valor de equitatividad de Pielou cercano a 1, lo que es un indicador de que las especies pueden ser igualmente abundantes e igual posibilidad de ser encontradas, sin embargo, se observa que existe una tendencia que disminuye la equitatividad debido a que *Crusea coccinea, Evolvulus alsinoides* y *Lippia graveolens* presentan una mayor cantidad de individuos a comparación del resto de especies.
- Hay una ligera dominancia en una especie en particular dentro de los sitios evaluados.
- El índice de Simpson tiene un valor de 0.93 teniendo una representatividad disminuida en los sitios de muestreo, por lo que la posibilidad de que dos individuos de especies diferentes se encuentren en dos extracciones sucesivas al azar sin reposición es media.
- Por lo anterior se deduce que la diversidad es media, siendo que *Crusea coccinea, Bouteloua radicosa* y *Evolvulus alsinoides* presenta el mayor valor de importancia ecológica, especies características de vegetación secundaria de selva baja caducifolia.

GRÁFICA IV. 16 IVIE DEL ESTRATO HERBÁCEO



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

Respecto al análisis de estructura vertical se observa lo siguiente:

TABLA IV. 53 ESTRUCTURA VERTICAL DEL ESTRATO HERBACEO

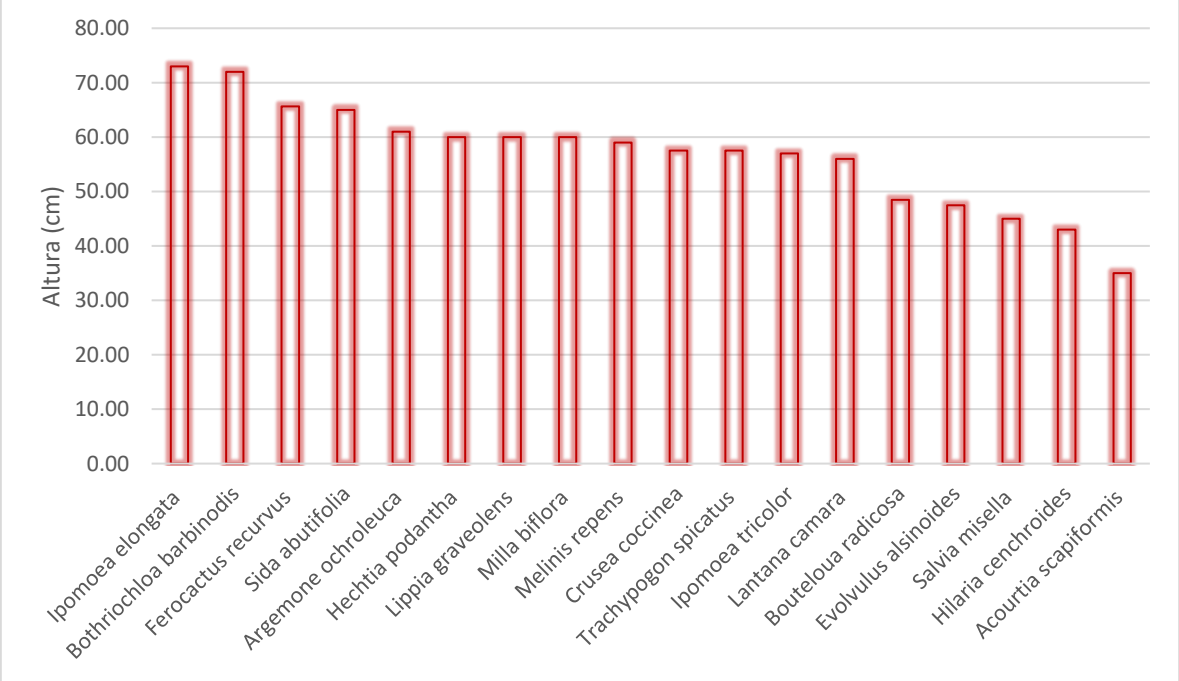
Especie	Altura (cm)	Densidad	Cobertura promedio (m)
Ipomoea elongata	73.00	8.00	0.33
Bothriochloa barbinodis	72.00	9.00	0.28
Ferocactus recurvus	65.67	12.00	0.27
Sida abutifolia	65.00	3.00	0.06
Argemone ochroleuca	61.00	17.00	0.14
Hechtia podantha	60.00	11.00	0.33
Lippia graveolens	60.00	22.00	0.23
Milla biflora	60.00	8.00	0.23
Melinis repens	59.00	7.00	0.18

Crusea coccinea	57.50	22.00	0.28
Trachypogon spicatus	57.50	17.00	0.23
Ipomoea tricolor	57.00	9.00	0.13
Lantana camara	56.00	7.00	0.19
Bouteloua radicosa	48.50	18.00	0.34
Evolvulus alsinoides	47.50	23.00	0.25
Salvia misella	45.00	11.00	0.24
Hilaria cenchroides	43.00	3.00	0.11
Acourtia scapiformis	35.00	7.00	0.11

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

Ipomoea elongata y *Bothriochloa barbinodis* son especies con mayor altura para este estrato, sobrepasando el rango de los 70 centímetros de altura.

GRÁFICA IV. 17 ESTRUCTURA VERTICAL DEL ESTRATO HERBÁCEO



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

FOTOGRAFÍA IV. 11 CONDICIONES FLORÍSTICAS





Ricinus communis una especie indicador de perturbación



Ipomoea murucoides se encuentra ampliamente distribuida en el sistema ambiental



Agave vivipara es posible encontrar individuos en el Sistema Ambiental



Opuntía pubescens se encuentra en el sistema ambiental

	
Tecoma stans una especie abundante en sitios perturbados es posible observarla en el AI	*Leucaena diversifolia* abuandante en el AI
	
Vachellia farnesiana especie caracteristica en el SA, AI	*Ferocactus recurvus* especie caracteristica de la selva baja caducifolia la podemos encontrar en el SA
	
Argemone ochroleuca especie propia de sitios perturbados.	*Prosopis juliflora* se encuentra en el SA, AI

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

Con la evidencia fotográfica descrita anteriormente se considera **FACTIBLE EL DESARROLLO DEL PROYECTO,** debido a que este se ejecutará sobre un camino existente, evitando afectar áreas con Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia, aunado a esto también se encuentra en un Sistema Ambiental donde la degradación por actividades antropogénicas es notable**,** sin embargo, se tomarán medidas necesarias para evitar impactos negativos.

TABLA IV. 54 RESULTADOS DEL MUESTREO DE FLORA

Diseño de muestreo	Simple aleatorio
Tipo de muestreo	Área puntual
Número de muestreos realizados	6 sitios
Duración del muestreo	3 días
Fecha de su realización y periodicidad	En época de lluvias
Representatividad del muestreo	Es representativo
Tipo de comunidad	Perenne y litológicas
Tipo de análisis de datos	Índice de Shannon y Wiener, Equidad de Pielou, Índice de Simpson, Dominancia.

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

Especies sujetas a remoción debido al proyecto

Motivo por la inclusión del proyecto existirá remoción de individuos vegetales únicamente herbáceos considerados ruderales, malezas o especies de rápida propagación en lugares perturbados, el acumulado de los mismos.

TABLA IV. 55 LISTADO DE ESPECIES DE FLORA QUE SERÁN SUJETOS A REMOCIÓN POR EL PROYECTO
A=ARBÓREO, AR= ARBUSTIVO, H= HERBÁCEO

Especie	Nombre común	FB	NOM-SEMARNAT -059-2010	Longitud (cm)	Altura (cm)	Frecuencia
Argemone ochroleuca	Cardo santo	H	Sin estatus	40	50	8
Sida abutifolia	Hierba de la viejita	H	Sin estatus	30	40	3
Ipomoea tricolor	Manto	H	Sin estatus	25	45	13
Bouteloua radicosa	Navajita morada	H	Sin estatus	50	55	7
Melinis repens	Pasto rosado	H	Sin estatus	35	50	13
Trachypogon spicatus	Barba larga	H	Sin estatus	55	65	5

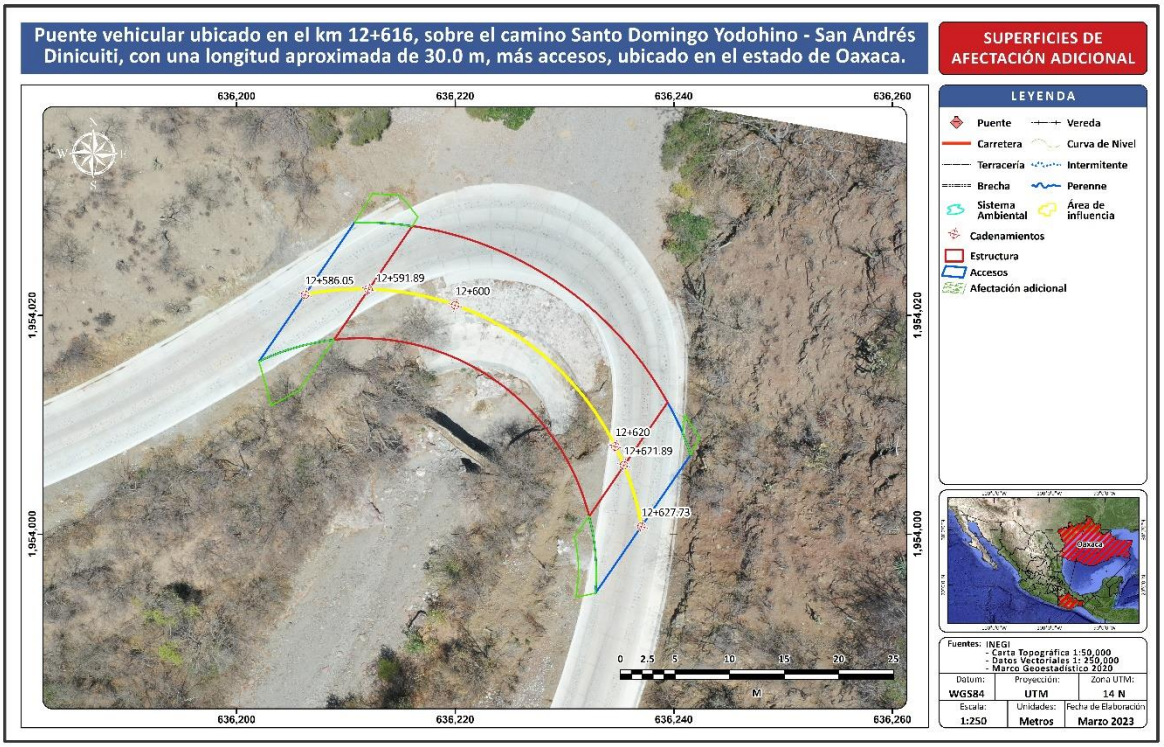
Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

TABLA IV. 56 TOTAL DE INDIVIDUOS A REMOVER

Estrato	Individuos
Arbóreo	0
Arbustivo	0
Herbáceo	49
Total	**49**

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

IMAGEN IV. 41 SUPERFICIES DE AFECTACIÓN DEL PROYECTO.



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

Con la evidencia fotográfica descrita anteriormente es factible considerar el desarrollo del proyecto, ya que, la vegetación en el SA, AI y Área del proyecto NO será modificada de manera significativa por la inclusión del proyecto.

ESTADO DE CONSERVACIÓN Y/O PERTURBACIÓN QUE PRESENTA LA VEGETACIÓN A AFECTAR.

Durante los recorridos en la zona del proyecto, se encontró un alto grado de perturbación, esto debido, principalmente a la presión ejercida por el cambio de uso de suelo del natural a ganadero extensivo.

ESPECIES DE INTERÉS COMERCIAL.

No existe la explotación especies solo se aprecian individuos introducidos utilizados como de ornato.

ESPECIES ENDÉMICAS, RARAS, AMENAZADAS, EN PELIGRO DE EXTINCIÓN O SUJETAS A PROTECCIÓN ESPECIAL.

La importancia de la flora mexicana recae en el número total de especies, su riqueza y número de endemismos. El alto porcentaje de endemismos se explica por la antigüedad de la flora mexicana y también por su grado de aislamiento ecológico y biogeográfico, también existe cierta relación florística entre las zonas templadas y cálidas de México, las cuales permiten el desarrollo de una flora particular con un gran número de especies endémicas.

La relación de plantas cuantificadas en el SA del proyecto permitió determinar qué NO existen especies registrada con algún estatus dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

TABLA IV. 57 CLASIFICACIÓN DEL ESTATUS DE LA NOM-059-SEMARNAT-2010

Estatus	Categoría
E	Probablemente extinta en el medio silvestre
P	En peligro de extinción
A	Amenazada
PR	Sujeta a protección especial

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023

Análisis comparativo de las especies encontradas en el área del proyecto y el SA

En este apartado se presenta un análisis comparativo entre las especies a remover y las especies encontradas en el muestreo realizado, a solo existir remoción en el estrato herbáceo solo se realizó la comparación con este.

TABLA IV. 58 LISTADO DE ESPECIES A REMOVER Y ESPECIES ENCONTRADAS EN EL SA.

Especie	FB	En el muestreo	A remover
Ipomoea elongata	H	8	-
Bothriochloa barbinodis	H	9	-
Ferocactus recurvus	H	12	-
Sida abutifolia	H	3	**3**
Argemone ochroleuca	H	17	**8**
Hechtia podantha	H	11	-
Lippia graveolens	H	22	-
Milla biflora	H	8	-
Melinis repens	H	7	**13**
Crusea coccinea	H	22	-
Trachypogon spicatus	H	17	**5**
Ipomoea tricolor	H	9	**13**
Lantana camara	H	7	-
Bouteloua radicosa	H	18	**7**
Evolvulus alsinoides	H	23	-
Salvia misella	H	11	-
Hilaria cenchroides	H	3	-
Acourtia scapiformis	H	7	-

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

Con lo anterior se muestra que, debido al desarrollo del proyecto, solo se requerirá la remoción de 49 Herbáceas, cabe señalar, que NO existen elementos vegetales que se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Sin embargo, es importante no afectar la vegetación de manera innecesaria aun cuando las especies no estén consideradas bajo alguna categoría de riesgo.

IV.2.6.2 Fauna

La ubicación de la República Mexicana está dividida por dos regiones Zoogeográficas, la región Neártica y la Neotropical, lo que permite que en conjunto tenga una fauna muy diversa, con afinidad a ambas regiones. Sin embargo, no existe una división tajante en la fauna de una u otra región, ya que la efectividad de dispersarse depende de la adaptación y poder de desplazamiento de los animales, además, de que varía según el tiempo y las circunstancias. Lo anterior señalado provoca que en ambas regiones puedan encontrarse especies típicas de una u otra región. A esta área de confluencia de las regiones es llamada zona de transición mexicana. El Estado de Hidalgo se localiza en esta zona de transición, lo cual aunado a su compleja topografía (sistema de cañadas conectadas al sistema hidrológico), les confiere características muy particulares a las comunidades biológicas que en él se desarrollan y se tienen reportes de una alta diversidad la fauna presente.

TABLA IV. 59 RIQUEZA DE LOS CUATRO GRUPOS DE FAUNA MÁS IMPORTANTES A DIFERENTES ESCALAS (PAÍS, ESTADO Y MUNICIPIOS).

GRUPO	No de especies en todo México	No de especies para Hidalgo
Mamíferos	451	97(59 terrestres y 38 voladores)
Aves	1150	501
Reptiles	717	88
Anfibios	282	48
TOTAL	**2,520**	**734**

Importancia de la Fauna

La fauna se puede considerar como un recurso natural renovable que tiene diversos valores y es de utilidad para la humanidad. Este recurso con cuidados y manejos adecuados se reproduce por sí mismo. Este grupo comprende aves, mamíferos, peces, reptiles, anfibios e insectos que habitan libremente sus áreas naturales de distribución y que están fuera de control del hombre. Los animales silvestres para vivir necesitan recursos bióticos y abióticos, cobertura o protección y espacio; es decir una interrelación entre los recursos naturales renovables y los no renovables.

La fauna silvestre además de ser fundamental para los hombres es un componente muy importante de la biodiversidad biológica del mundo. La biodiversidad es la riqueza total en composición y número de manifestaciones de las formas de vida en la naturaleza. México reúne una elevada proporción de la flora y la fauna del mundo, por lo que se le considera como un país con una gran diversidad biológica o megadiverso.

Las poblaciones de animales se distribuyen correlativamente a los tipos de vegetación lo que en conjunto constituye la biodiversidad del paisaje. Al considerar que el 70% de los tipos de vegetación son característicos de las regiones templadas del norte, en la mayor parte del país, las aves (avifauna) y los mamíferos (mastofauna) son típicamente de zonas templadas y muchos de ellos extienden su distribución a los Estados Unidos.

El tipo de vegetación que se encuentra en esta zona es uno de los ecosistemas más afectados en el ámbito nacional, ya que sufre de perturbaciones de diversa índole, lo que provoca que muchas especies de mamíferos y aves se vean limitadas a ciertos hábitats, debido a factores ecológicos, geográficos, y en su mayoría humanos, que afectan su distribución y limitan a algunas especies a ocupar un área específica y que están expuestas a tolerar todo el ciclo diario de cambios en su medio ambiente.

La fauna es relativamente baja, debido probablemente a la baja abundancia de recursos vegetales y a que la floración es marcadamente estacional, condicionando a las especies a adoptar una estrategia de gran movilidad altitudinal (Arizmendi *et al*., 1990). Y otras que incluyen frutos en sus dietas, se comportan como oportunistas, tal vez debido a que la mayor abundancia de recursos se concentra en la época de lluvias (Berlanga, 1991).

Por lo anterior, y tomando en cuenta que se trata de una pequeña parte de un ecosistema o región, y que el proyecto se pretende desarrollar sobre un camino existente donde intercepta un arroyo y se llevará a cabo la construcción del puente vehicular; se puede considerar que algunas de las especies de fauna reportadas para esta zona se encuentran representadas en algún momento dentro de la superficie específica del proyecto, ya sea como área de paso, de alimentación, percha o áreas de anidamiento, sobre todo de algunas aves que toleran en mayor grado la presencia humana.
Es importante mencionar que, además de información proporcionada por los pobladores cercanos al sitio, se pudieron observar algunas especies de aves que habitan o transitan por la superficie que será afectada, lo que indica que puede considerarse que estas especies se encuentran, en algún momento dado dentro del mismo, de tal forma que no existirá afectación a la fauna silvestre de la región por el desarrollo del proyecto.

Metodología utilizada para la descripción de la fauna.

La caracterización de la fauna se determinó mediante una metodología que consideró lo siguiente:

Investigación bibliográfica
Trabajo de Campo

a) Investigación Bibliográfica

El trabajo consistió en la búsqueda y revisión de publicaciones relativas a trabajos sobre la fauna de la región. El objetivo es determinar, cuales pudieran ser las especies de fauna que probabilísticamente en función de las estructuras florísticas que a su vez conforman el hábitat, se pueden encontrar en el área a afectar y así en su momento poder determinar el tipo de acciones preventivas de impactos a aplicar para evitar daños a este tipo de recursos.

En general, en el municipio de San Andrés Dinicuiti no presenta información precisa de fauna silvestre y menos en la zona donde se llevará a cabo el proyecto, la información general sobre fauna silvestre se encuentra en estudios aislados de la zona de este proyecto.
Se consideró la consulta de fuentes de información como lo fueron los programas de manejo del estado de sus reservas ecológicas, artículos científicos, el plan municipal de desarrollo del municipio, así como los colindantes. Algunas de estas especies podrían presentarse en el proyecto denominado “Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Particular MIA-P del Puente Vehicular ubicado en el Km 12+216, sobre el camino Santo Domingo Yodohino – San Andrés Dinicuiti, con una longitud aproximada de 30.0m, más accesos, ubicado en el estado de Oaxaca.” De tal forma que es de gran importancia conocer el estado actual de las diferentes clases de vertebrados terrestres, que se encuentra inmersos en el SA y el proyecto en curso.

Composición de las comunidades de fauna presentes en el área de estudio.

Herpetofauna

Los anfibios y reptiles que se localizaron en la bibliografía en el municipio y sus alrededores son: B*ufo marinus, Kinosternon integrum, Urosaurus bicarinatus, Aspidoscelis communis, Iguana Iguana, Ctenosaura pectinata Aspidoscelissacki, Bufo marmoreus, Aspidoscelisdeppei, Leptodactylus melanonotus, Mabuya unimarginata,Drymobiusmargaritiferus, hemidactylusfrenatus, Anolis liogaster, Anolis gadovii, Masticophis mentovarius, Leptotyphlops sp, Drymarchoncorais,Sceloporus chrysostictus,Cnemidophorusdeppei, Sceloporus melanorhinus, Sceloporusundulatus,heloderma horridum*, entre otros.

Avifauna

Las aves que tienen algún registro cercano al área del proyecto son: la Paloma (*Zenaida asiatica*),Huilota (*Zenaida macroura*) Tórtolas (*Columbina inca y Columbina passerina*), Tapa caminos (*Nyctidromus albicollis*), Zopilote (*Coragyps atratus*), Buitre (*Cathartes aura*),Calandrias (*Icterus gálbula*), Luis bienteveo (*Pitangus sulphuratus*), Garrapatero (*Crotophagasulcirostris*), Zanate (*Quiscalus mexicanus*), Chachalacas (*Ortalis vetula y Ortalis poliocephala*), Aguililla (*Buteo jamaicensis*), Correcaminos (*Geoccoyx velox*), Tordo (*Cacicusmelanicterus*), Carpintero (*Melanerphes chrysogenys*), Urraca *(Calocitta formosa*), Momoto (*Momotus mexicanus*),Halcón peregrino *(Falco peregrinus*) entre otros.

Mamíferos

Los mamíferos que se localizan en el Municipio son: (*Baiomys musculus* y *Reithrodontomys fulvescens*), Tlacuache (*Didelphis virginiana*) el zorrillo (*Conepatus leuconotus*), Armadillo (*Dasypus novemcincus*), Ardilla (*Sciurus aureogaster*), Mapache (*Procyon lotor*),Murcielagos (*Artibeus intermedius* y *Glossophaga comissarisi*),Tejón (*Nasua narica*), Conejo (*Sylvilagus cunicularius*), Zorra (*Urocyon cinereoargenteus*), Venado Cola Blanca (*Odocoileus virginianus*), Mapache (*Procyon lotor*), entre otros.

Descripción de los grupos faunísticos del proyecto

Peces.

Este orden no presento alguna evidencia de alguna especie en el arroyo. Las condiciones de la corriente y la profundidad no permiten un hábitat óptimo para albergar alguna especie de ictiofauna.

Reptiles

No se encontraron especies de este grupo. Existe poca diversidad faunística de este grupo en el área. Sin embargo, un factor importante es destacar que el área está fragmentada por el camino existente y las especies están refugiadas en sitios más conservados.

Aves

La riqueza es de 8 especies, donde la especie (*Hirundo rustica*) presenta la mayor abundancia con el 28.6%. Es importante señalar que debido a que el camino ya se encuentra abierto por las condiciones de cpnexion a varios poblados y terrenos particulares y terrenos dedicados a la agricultura; las especies que se encuentran en los alrededores del arroyo se han adaptado a las condiciones del hábitat fragmentado, por lo anterior se pude determinar que no se afectara a las especies en el trazo del proyecto. El comportamiento observado es esperable ya que la propuesta de Chao y Shen (2003) está definida para situaciones donde el número de individuos es bajo y la capacidad de una sola muestra de incluir una buena proporción de las especies es también baja.

Se empleó el método de distancia que consiste en la selección de puntos al azar o ubicación al azar de las transectos y disposición espacial al azar de los individuos. Las distancias entre puntos y transectos deben ser tales que no se cuente el mismo individuo en dos puntos o transectos distintos.

Se hicieron recorridos en el SA y en el área del puente abarcando los dos extremos y 250m rio abajo y arriba en puntos de observación para estimar la abundancia y diversidad, registro un total de 33 aves en total. Con este método será posible obtener además de un índice de abundancia igual o más fiable que el obtenido desde recorridos realizados una sola vez.

El método de distancia que consistió en la selección de puntos al azar o ubicación al azar de las transectos y disposición espacial al azar de los individuos. Las distancias entre puntos y transectos deben ser tales que no se cuente el mismo individuo en dos puntos o transectos distintos.

Mamíferos

Para este orden NO se obtuvo el registro de mamíferos. Las condiciones del sitio por la fragmentación del sitio, es baja y los que se localicen a la hora del proyecto el área no serán afectados por la construcción del puente. En la medida que la observación directa es difícil, las señales e indicios de los animales son un buen criterio: madrigueras, cuevas, huellas, excretas, pelo y animales muertos. Sin embargo, la dificultad de observar a los carnívoros en el campo es alta ya que, en su mayoría, son mamíferos crípticos que muestran densidades bajas (Palomares *et al.,* 2002).

Por tanto, es común utilizar su captura física o la búsqueda de rastros para determinar su distribución y/o abundancia (Peterson, 2006). No obstante, el uso de trampas convencionales no excluye sesgos de muestreo, debido a que la respuesta de los animales a las trampas y la detectabilidad de las especies (definida como la probabilidad de detectar al menos un individuo de una especie en determinado esfuerzo de captura) no es homogénea (Zaniewski *et al*., 2002).

b) Trabajo de campo

Se trató de acciones de búsqueda de indicadores o bien de avistamientos que permitieran particularizar sobre la presencia de especies de fauna en el lugar de estudio. El objetivo fue poder identificar y en su caso cuantificar las poblaciones de grupos de fauna y el grado de afectación que las diferentes acciones del proyecto pudieran ocasionar. Esto consideró lo siguiente:

- Recorrido de la zona de influencia y localización, delimitación donde se construirá el proyecto del puente y áreas por afectar en el proyecto de modernización.
- Localización, clasificación y definición de las diferentes estructuras de vegetación que correspondieran al hábitat de grupos de fauna probables.
- Recorridos por el área a afectar y SA para avistar o encontrar indicadores de la presencia de especies de fauna, tales como excretas, huellas, etc.

El muestreo de la fauna se realizó mediante estudios de observación directa, con el fin de calcular la ausencia y presencia de las especies; así mismo conocer la distribución que tienen en la zona; también se hizo un muestreo mediante la técnica de fototrampeo, todo esto para calcular la abundancia relativa y la estimación de la densidad y tamaño poblacional de las especies encontradas.

METODOLOGÍA EMPLEADA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA FAUNA

Técnicas de muestreo para fauna acuática

Para el caso de la fauna acuática dado que el proyecto se pretende desarrollar sobre el cauce de un río, se realizaron muestreos específicos sobre el área de estudio, para conocer si existen especies de fauna acuática (ictiofauna y herpetofauna) en las áreas donde se pretende desazolvar el cauce del arroyo.

El objetivo fundamental del muestreo consiste en visualizar la mayor diversidad posible de fauna acuática. Para ello deben explorarse cuidadosamente cada uno de los hábitats posibles en cada lugar de muestreo.

Redes y mallas

El uso de redes sumergidas aumenta la efectividad en el muestreo ya que permite la captura parcial de ejemplares (renacuajos, ranas, sapos, peces) en los cuerpos de agua, lo que facilita la observación directa y posterior identificación de especie.

- Muestreo en aguas poco profundas
- La red de pantalla es la ideal para obtener en estos hábitats la mayor diversidad posible.
- Muestreo en aguas profundas

- En la mayoría de los casos el muestreo debe hacerse en las orillas hasta un metro de profundidad, moviendo la red de mano (D-net) en forma de barrido sobre la vegetación y el fondo.
- Muestreo en aguas de poca corriente o estancada

Conviene usar la red de mano de la misma manera que para aguas profundas. El fondo debe barrerse solo superficialmente. Adicionalmente, deben recogerse piedras, ramas, hojas y otros objetos que pueda haber en el lugar.

Selección y delimitación del punto de muestreo

Se escogerá el tramo del arroyo más representativo, en cuanto a vegetación de ribera, en su caso, y morfología de la orilla se refiere, ya que estas dos variables, aportan heterogeneidad de hábitats, constituyen refugios y proporcionan sombra a los peces. Se evitará incluir singularidades tales como puntos de vertido, afluentes permanentes o presas.

Se escogerá un tramo delimitado por obstáculos naturales o rápidos, los cuales actúan de barrera natural para los peces; opcionalmente pueden instalarse redes de bloqueo al inicio y final del tramo a pescar.

El área de muestreo debe tener una longitud 10 veces la anchura media del río, con un mínimo de 100 m^2. Como criterio general el tramo de muestreo seleccionado deberá tener una longitud de al menos 100 m y deberán estar presentes todas las unidades de hábitat características de la masa de agua (pozas, rápidos y tablas).

La selección del tramo se realizará en función de la anchura de la masa de agua:

- Ríos con anchura > 15 m. En este tipo de ríos la secuencia poza-rápido-tabla suele ocupar longitudes superiores a los 100 m por lo que, para obtener una muestra representativa en términos de composición y abundancia, será necesario llevar a cabo una estratificación del muestreo. De esta forma se evita que aumente excesivamente la longitud del tramo muestreado. El número de submuestras deberá ser proporcional al número de hábitats presentes También se muestrea la anchura completa.
- Ríos profundos no vadeables en su totalidad. Se aplican los mismos criterios mencionados anteriormente pero solo se muestrean las orillas (zonas vadeables), por lo que conviene aumentar la longitud del tramo muestreado en función del área no vadeable que se deja de pescar.

Equipo y Materiales

Red tipo D-net

Esta red se usa para hacer un “barrido” a lo largo de las orillas o recodos de la corriente donde no es posible llegar con la red de pantalla. Tiene la ventaja de que su forma triangular se adapta bien a las superficies irregulares de las orillas. Su uso debe ser intensivo hasta cubrir un área representativa del lugar de muestreo (10 m a lo largo de ambas orillas).

Red de mano o pantalla

Consiste en usar una red de más o menos 1 m^2 con un ojo de malla de 500 µm aproximadamente; la red esta sujetada a dos mangos de madera o aluminio. Una persona se coloca en contra de la corriente y sostiene la red con ambas manos, mientras la otra, colocada en dirección de la corriente, remueve el fondo con los pies o con las manos (se recomienda usar guantes fuertes) El material removido se acumula en la red y con él, las larvas y ejemplares que haya en el área del barrido. Este procedimiento debe repetirse por lo menos tres veces o hasta que se haya cubierto un área de unos 6 m^2 aproximadamente.

IMAGEN IV. 42 EJEMPLOS TIPOS DE RED UTILIZADAS PARA EL MUESTREO



Red tipo D-net



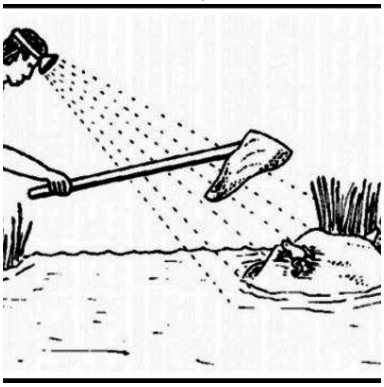
Red de mano o pantalla

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

Al ser el ancho promedio del río mayor a 10 m se estratificó el muestreo. Durante un recorrido por los márgenes del cauce se determinaron cuatro puntos de muestreo para la fauna acuática, dichos puntos se ubican dentro del tramo propuesto a desazolvar, Así mismo se realizarón transectos 250m aguas arriba y 250m aguas abajo sobre los margenes del río para la identificación de ictiofauna, así como otros puntos para la identificación de mamíferos.
Todos los muestreos se realizaron en áreas de alta representatividad, en cuanto a vegetación ribereña peor no se obtuvo ningún resultado.

Anfibios: El método más efectivo para la captura viva de anfibios adultos es la captura manual nocturna mediante el uso de redes y con la mano. El modo de operar con esta técnica consiste en hacer recorridos por las zonas ribereñas del área de influencia directa en las cuales están presentes estos ejemplares. De este modo, se revisaron todos los hábitats ocupados por estas especies: cuerpos de agua, ribera, vegetación, bajo piedras, etc. Los ejemplares adultos capturados deben ser mantenidos en recipientes de plástico semi-herméticos con una pequeña cantidad de agua, para mantener la humedad y un poco de alimento

IMAGEN IV. 43 BÚSQUEDA DE ANFIBIOS



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

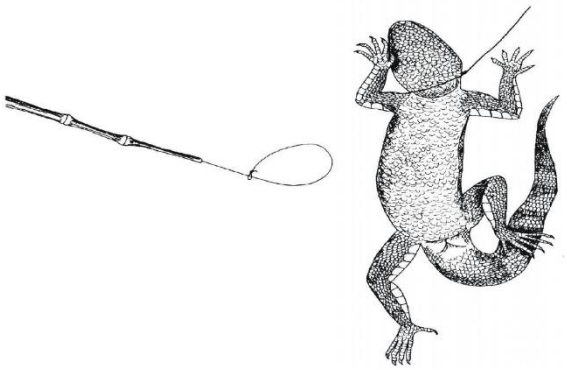
Reptiles: Los métodos más efectivos para la captura viva de reptiles son los lazos de nylon y la captura manual directa con ligas (lagartijas), algunas más sofisticadas son los ganchos para atrapar a especies arborícolas que

están muy altas en el dosel. Todo esto con el propósito de optimizar el esfuerzo de captura en el terreno, se tiene en cuenta los aspectos de la ecología de las distintas especies. Debido a que los reptiles son seres vivos que requieren de una fuente de energía externa para poder desarrollar sus actividades diarias, el mayor esfuerzo de captura se realizó durante el período del día en que ellos resulten con mediana actividad en orden a facilitar la captura (mañana y media tarde).

El mayor esfuerzo de captura se realizará durante el período del día en que ellos resulten con mediana actividad en orden a facilitar la captura (mañana y media tarde). Por esta razón, la captura de individuos se debe realizar principalmente durante días asoleados. Los días de muestreo se mantuvo nublado y con lluvias por lo que el muestreo no tuvo éxito.

Para el caso de los saurios, se recomienda la colocación de montículos de piedra, en donde se puedan refugiar, estos deberán ser colocados en sitios estratégicos, en donde no se vean afectadas estas especies por los factores producidos por la ejecución de la obra, como el desmonte, el paso de maquinaria pesada o el ruido generado por esta.

IMAGEN IV. 44 LAZO MONTADO EN UNA VARA O CAÑA DE PESCAR Y LAGARTIJA LAZADA POR EL CUELLO



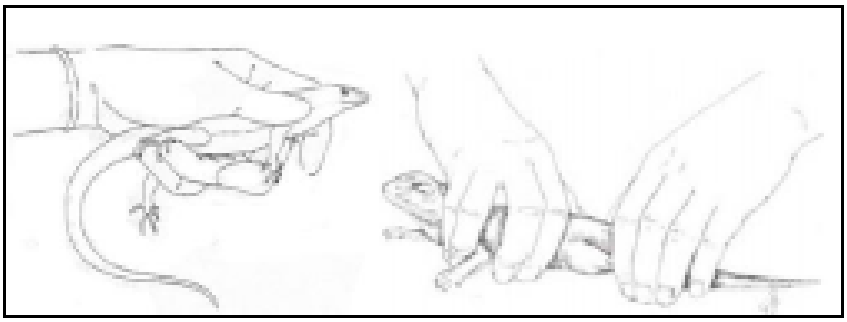
Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

***Colecta oportunista*.** Es la búsqueda no sistemática de organismos a diferentes horas del día o estaciones del año, o bien la búsqueda intensiva bajo condiciones climáticas particulares que favorezcan la presencia de organismos. Los recorridos nocturnos caminando o en vehículo también entran en esta categoría.

Mediante la técnica de transecto se caminó lentamente a través del área elegida, revisando troncos caídos, huecos, hendiduras, tocones o piedras, entre la hojarasca, plantas epífitas, grietas, que constituyen los microhábitat potenciales de anfibios y reptiles.

Manipulación de la herpetofauna**.** Se levanta el reptil con una mano como si se estuviera levantando un lápiz, luego se asegura al animal colocando el pulgar detrás o al lado de la cabeza del animal, se utiliza el dedo índice para sostener el cuello del animal desde abajo mientras se sostiene su torso con la punta de los dedos.

IMAGEN IV. 45 FORMA DE MANIPULACIÓN DE REPTILES (LAGARTIJAS).



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

Los muestreos para el proyecto se llevaron a cabo en transectos de 100m, debido a la distancia de este. De esta manera de los muestreos se obtendrán un mayor número de individuos entre el día y la noche. Por esta razón, el registro y captura de individuos se realizó principalmente durante días asoleados. No se tuvo éxito al no registrar ninguna especie de reptil.

TABLA IV. 60 PLANTILLA UTILIZADA PARA LA TOMA DE DATOS DE HERPETOFAUNA

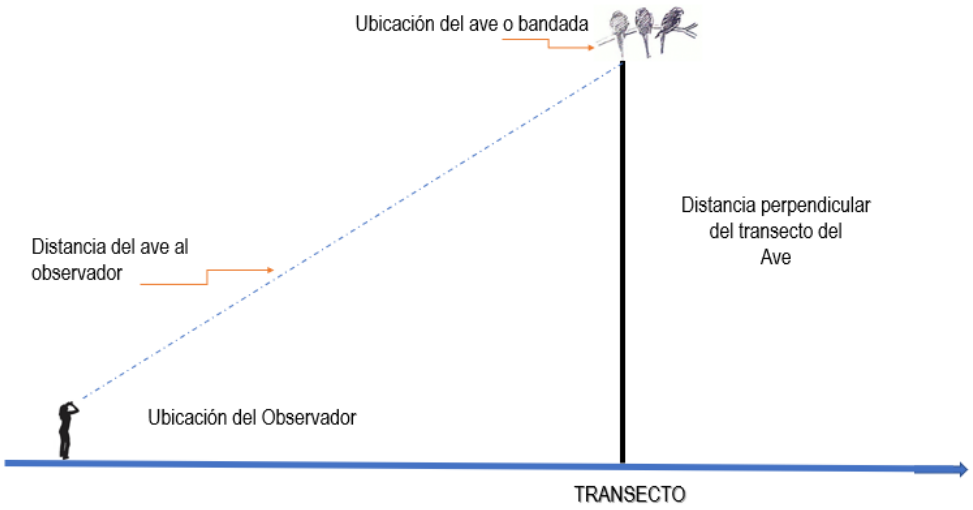
PLANTILLA PARA LA TOMA DE DATOS PARA ANFIBIOS Y REPTILES				
Fecha:		Hora:		Participantes:
Lugar de muestreo:		Coordenadas:		
Municipio:		Tipo de vegetación		
Especie:		Cantidad		
Adulto/Joven:		Larvas		Huevos:
Descripción del Lugar				
Lago	Laguna	Pantano	Cañada	Charco
Substrato				
Barro/Arcilla	Arena/Grava	Piedras	Rocas	Otro
Características de las especies:				
Ancho del cuerpo		Longitud total:		
Ancho de la cabeza		Longitud de la cabeza		
Longitud hocico-cloaca		Observaciones		
Hábitos alimenticios				

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

Aves. Se realizaron conteos oportunísticos entre las 8:00-10:00 de la mañana y 15:00-18:00 horas de la tarde. Estos consistieron en transectos a los costados del puente y 250m aguas arriba y aguas abajo en puntos fijos donde el observador cuenta y totaliza las aves en ese punto determinado y en el transecto se hace un registro a lo largo de un trayecto en línea (Gómez de Silva *et al.* 1999). Con el fin de identificar a las principales especies que habitan en la zona, se llevó un registro de las aves observadas y el número de individuos de cada una de ellas. Es preferible que los censos comiencen 15 a 30 minutos después del amanecer. La actividad de las aves es baja al medio día, pero se incrementa al atardecer. Se llevaron a cabo varios puntos de muestreo en puntos aleatorios en el SA, para así hacer una estimación del área con el fin de estandarizar el muestreo. Dentro de cada transecto se establecieron sitios de muestreo de acuerdo con la longitud de este. Estos sitios fueron elegidos aleatoriamente, el primero partiendo a unos 500 metros del inicio del puente y los siguientes abarcando lo que resta del SA.

Las observaciones se realizaron con ayuda de binoculares 8 x 40 y 10 x 42, y en ocasiones con una cámara digital con lente 270-500 mm, que permitió la creación de un banco de imágenes de las especies encontradas. El registro de las distintas especies se realizó por transectos en la zona adyacente al proyecto. Con la técnica de transecto se caminó lentamente a través del área elegida.

TABLA IV. 61 OBSERVACIÓN DIRECTA PARA AVES



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

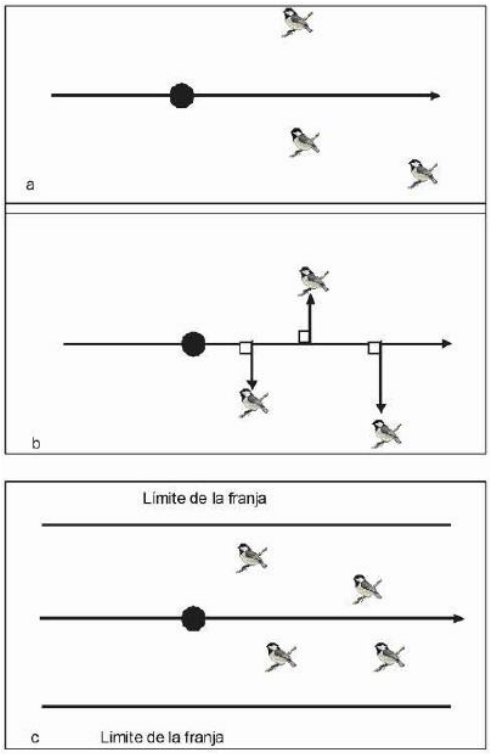
FOTOGRAFÍA IV. 12 MONITOREO DE AVES



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

Para la identificación de las especies se utilizaron guías de campo (Peterson y Chalif, 1989; Howell y Webb, 1995; National Geographic Society, 1999) y binoculares. Para cada sitio de muestreo se esperó un promedio de 5 a 15 minutos, mientras se tomaba el registro de las especies presentes en ellos y su abundancia (número de individuos observados en el sitio de muestreo). Que consistieron en registrar todas las especies y el número de individuos de cada una que fueron escuchados durante 10 minutos, desde cada uno de los puntos de muestreo.

IMAGEN IV. 46 CONTEOS VISUALES



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

Nota: **a)** el observador puede sencillamente registrar toda ave sin importar la distancia (transecto de línea sin estimación de distancia); **b)** registrar todas las aves y estimar su distancia perpendicular de la línea de transecto (transecto de línea de distancia variable); **c)** registrar toda ave observada dentro de una distancia determinada a ambos.

Mamíferos

Los métodos para la captura y observación de animales silvestres incluyen una variedad de técnicas de trampas (de golpe y trampas cámara) y redes. Para los mamíferos se utilizan trampas de captura viva, las cuales tienen la ventaja de asegurar la captura de los animales en perfectas condiciones. Y de fotografía para tener la evidencia del ejemplar, sin ser lastimado o estresado.

FOTOGRAFÍA IV. 13 EQUIPO PARA MUESTREO DE FAUNA SILVESTRE



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2022.

En el primer caso encontramos las trampas Sherman, que son trampas de aluminio cerradas utilizadas en la captura de pequeños mamíferos y juveniles de mamíferos de tallas más grandes. La trampa Sherman es la más utilizada debido a que son plegables y de fácil transporte. Para la captura de medianos mamíferos existen dos tipos de trampa: Havahart y Tomahawk (Nacional), ambas son trampas de rejillas y presentan un mecanismo disparador de tipo basculante (accionador de una o dos puertas). Tomahawk es la más utilizada debido a que son plegables.

FOTOGRAFÍA IV. 14 TRAMPEO PARA MAMÍFEROS PEQUEÑOS.



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

Se ubicaron 10 trampas de huella separadas cada 100 m. Para la elaboración de cada trampa se colocó una superficie de cartón (50x50 cm) con tierra suelta y húmeda, para una buena impresión. A partir de la longitud total de la primer trampa nos alejamos 100m paralelo al arroyo, y sólo para la longitud de éste con relación a las coberturas presentes.

FOTOGRAFÍA IV. 15 TRAMPA OLFATIVA, PARA REGISTRO DE HUELLAS



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

En cada una de las trampas se colocó un cebo como atrayente, el cual correspondió a algún tipo de alimento de preferencia para cada una de las dietas de los animales a estudiar, avena (herbívoros), huevos y tocino

(carnívoros), papaya y plátano (herbívoros, omnívoros); estos cebos fueron alternados al azar para cada una de las trampas a lado y lado del transecto. Ya quedando activada para la toma de datos y el registro de huellas. Sin embargo, no se tuvo gran éxito, porque algunos rastros obtenidos fueron difusos.

El monitoreo de las poblaciones de carnívoros es importante por dos razones: la primera es la generación de conocimiento sobre las tendencias de una especie a lo largo de un espacio o tiempo determinados; la segunda es para conocer en qué momento se debe hacer algún tipo de control en alguna población que se conoce causa pérdidas en el número de cabezas de ganado de alguna región (Harding *et al*., 2001).

Los métodos que se han utilizado para conocer las tendencias poblacionales son el uso de transectos, y más recientemente el uso de trampas cámara (Wilson y Delahay 2001).

El tamaño del ámbito hogareño para la mayoría de las especies de carnívoros en México no existe, ni mucho menos en el área de estudio por la escases de estudios técnicos, por lo que el registro de especies sólo se puede comparar con la información publicada en diferentes fuentes generales. La finalidad del establecimiento de estas trampas es el tener una idea de la población de carnívoros de una o más especies en una unidad de muestreo.

Otro muestreo que se realizó fue el colocar trampas cámara (Moultrie®) método que es utilizo para conocer las tendencias poblacionales usando transectos; todo con el fin de detectar tanto actividad diurna como nocturna en el área de influencia del proyecto y el SA. Estas se colocaron en las zonas donde existe un cruce de caminos o brechas, donde es probable que especies de mamíferos medianos transites, así mismo en zonas abiertas cercanos a las zonas pobladas por lo que se emplearon transectos lineales, para tener una distancia considerable entre cada trampa y así abarcar el área total del SA. A partir de la longitud total del transecto nos alejamos a sitios más conservados y con coberturas más amplias, de acuerdo con la superficie del SA, fueron ubicadas 4 trampas separadas entre 800 y 1,000m entre ellas. El éxito de este muestreo resulto nulo al no evidenciar a ninguna especie con este método.

FOTOGRAFÍA IV. 16 TRAMPAS CÁMARA Y QUIPO PARA MONITOREO DE FAUNA





Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

Métodos indirectos: Conteo de rastros.

Una manera de calcular la abundancia relativa de los mamíferos es contar rastros (excretas y huellas) de su presencia por a lo largo de transectos. La frecuencia de hallazgos puede usarse como un índice de abundancia de las especies encontradas.

Para la identificación de las huellas y excretas en este trabajo se hizo la consideración sobre la base de un soporte en la literatura y evidencia científica que la fauna presente en México. Con la información que se obtuvo a partir de los rastros se calculó el índice de abundancia relativa como el número de indicios por especie encontrada, dividido por la distancia recorrida por el observador.

Huellas. De manera sistemática se hizo un recorrido en los transectos seleccionados (n=8, los mismos destinados para las observaciones directas), se contaron los rastros (huellas, excretas, plumas, nidos, cuevas, echaderos, etc.) que indican la presencia de las especies de interés. En el caso de las huellas se registran aquellas que crucen el transecto o estén en las inmediaciones, evitando contar nuevamente el mismo juego de huellas. Para el conteo de excretas, se cuantifican las que estén en una franja de 20m (10 a cada lado) del transecto. Con un formato previamente diseñado para este fin y una guía de huellas se procede a recorrer los transectos establecidos, pero también se podrán hacer registros ocasionales que se den durante las actividades normales de los pobladores que participen.

Es muy importante georeferenciar los rastros encontrados. Para evitar contar en más de 1 ocasión las huellas, estas deben ser borradas o tachadas después de ser registradas. Es importante tomar fotografías de las huellas con una regla como referencia. La información obtenida nos permite calcular la abundancia relativa de las especies monitoreadas.

TABLA IV. 62 FICHA PARA RECOLECCIÓN DE HUELLAS

Proyecto:				
Sitio	Fecha	Identificación dudosa	SI	NO
Huella #	Coordenada (UTM)			
		Fresca	Semifresca	Vieja
Transecto/lugar o punto GPS		Colector		
Especie (probable)			Fotografía	
		Observaciones		

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2022.

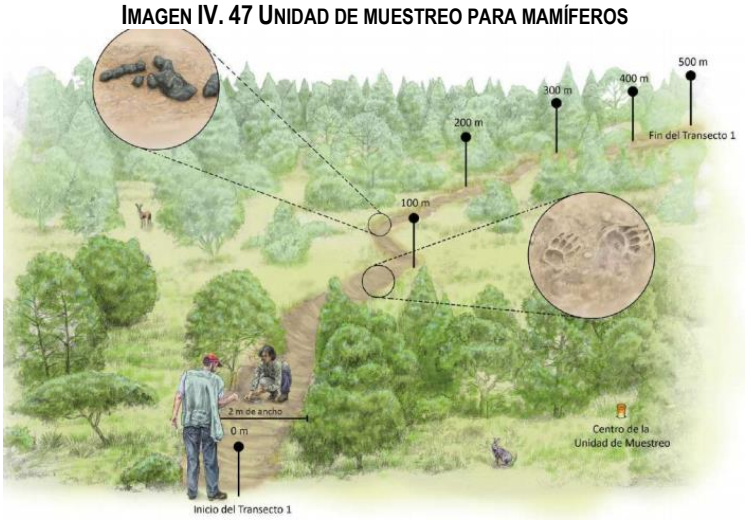
Excretas. Se cuantifican las que estén en una franja de 0 a 20m (10 a cada lado) del transecto proyectado. Se lleva un registro fotográfico de cada evidencia encontrada. En un formato ya establecido para el registro de los datos, en este caso para los avistamientos de huellas, heces, restos y madrigueras se tomaron datos como: especie del animal encontrado, número de indicio, hora de encuentro, ubicación geográfica. Se contaron las huellas del animal cruzando un transecto como un avistamiento. Las huellas que estén a lo largo de un transecto se tomarán como una observación.

TABLA IV. 63 FICHA PARA RECOLECCIÓN DE EXCRETAS

Proyecto: Sitio	Fecha	Identificación dudosa	SI	NO
Huella #	Coordenada(UTM)	Fresca	Semifresca	Vieja
Transecto/lugar o punto GPS		Colector		
Especie (probable)			Fotografía	
		Observaciones		

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2022.

IMAGEN IV. 47 UNIDAD DE MUESTREO PARA MAMÍFEROS



Fuente: SEMARNAT, 2018

La condición del área del proyecto no es como tal un nicho para albergar suficiente fauna silvestre, ya que sólo alberga especies visitantes, que buscan alimento, descanso o como parte de su ruta de migración (Berlanga y Rodríguez, 2010) y algunas acostumbradas a las actividades antropogénicas. Aunque prevalezcan manchones de vegetación, la falta de esta vegetación y su continuidad limita las condiciones alimenticias de muchas especies, hace que mucha fauna se localice en lugares más alejados del proyecto. Por lo que las áreas fragmentadas, presentan especies de fauna silvestre adaptadas y especializadas a estos ecosistemas (Challenger y Dirzo, 2009). Debido a esto la riqueza de especies es baja y la abundancia es media ya que estas especies al ver presencia humana tienden a huir y a desplazarse a zonas más seguras.

Composición faunística en el área del proyecto

Se revisó la NOM-059-SEMARNAT-2010, para conocer el estatus de conservación de las especies, así como el CITES (Conservación Internacional de Tráfico de Especies de Flora y Fauna Silvestre en México) y la lista

roja de la IUCN (Unión de Conservación Internacional), donde no se registraron especies en algún estatus de conservación.

Durante la prospección de campo solo se encontró la evidencia de cinco aves que volaban, perchaban, descansaban por el área del proyecto (Puente, AI y SA), un registro de un mamífero y no se obtuvo el registro de ninguna especie de reptil. Considerando que la zona se encuentra impactada por la existencia del camino, así como predios particulares; por lo que se reitera que no se afectara la Fauna Silvestre en alguna forma. Se debe considerar que las especies están en constante movimiento y algunas especies requieren estar en movimiento, por lo que no se descarta la posibilidad de que otras especies diferentes a las registradas se localicen en alguna otra temporada.

En este sentido se registraron cinco especies de fauna silvestre (aves), y una de un mamífero en el SA, AI y área del puente, donde se pudo observar poca fauna en la zona. Las aves observadas sobrevolaban en las inmediaciones del SA y algunas cercanas al camino; muchas de estas aves ya se han acostumbrado a la actividad antropogénica y al ver peligro solo huyen a resguardarse. Por lo tanto, la presencia de fauna silvestre en el sitio del proyecto es baja y ninguna de las registradas están enlistadas en la NOM-059; por lo que se considera que este recurso no se verá afectado significativamente debido a las actividades del proyecto.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

Se revisó la NOM-059-SEMARNAT-2010, para conocer el estatus de conservación de las especies, así como el CITES (Conservación Internacional de Tráfico de Especies de Flora y Fauna Silvestre en México) y la lista roja de la IUCN (Unión de Conservación Internacional), donde no se registró alguna especie en estatus de conservación. A su vez, las consideraciones de protección, se aplica para los organismos en la prospección de campo. Derivado de los recorridos en campo se tomó el registro de las especies visualizadas, de aquellas que se encontró algún registro directo e indirecto, mismos que se presentan a continuación.

En este sentido se registraron cinco especies de fauna silvestre (aves), y un mamífero, donde pudimos observar, afectación por el camino existente, así como muchos sitios fragmentados por la división de terrenos particulares. Las aves observadas sobrevolaban cercana al proyecto y no se acercaron a la zona donde se construirá el puente y al ver peligro solo huyen a resguardarse. Por lo tanto, la presencia de fauna silvestre en las cercanías del puente es baja con respecto a las zonas conservadas; por lo que se reitera que no se afectara en alguna forma.

TABLA IV. 64 ESPECIES OBSERVADAS EN EL ÁREA DEL PROYECTO.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FUENTE	NOM-059
	Aves			
ACCIPITRIDAE	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja	Visual	Sin estatus
ARDEIDAE	*Cathartes aura*	Zopilote aura	Visual	Sin estatus
ACCIPITRIDAE	*Buteo albonatus*	Aguililla aura	Visual	Sin estatus
TYRANNIDAE	*Sayornis nigricans*	Papamoscas negro	Visual	Sin estatus
TYRANNIDAE	*Pyricephalus rubinus*	Papamoscas cardenalito	Visual	Sin estatus
CANIDAE	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	EXCRETA	Sin estatus

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

Se obtuvo el registro de seis especies de aves entre las que destacan: Zopilote aura (*Cathartes aura*), Papamoscas negro (*Sayornis nigricans*), Papamoscas cardenalito (*Pyrocephalus rubinus*) y las Aguilillas (Buteo jamaicensis y Buteo albonatus) y del mamífero *Urocyon cinereoargenteus* (Zorra gris). Estas especies fueron identificadas mediante observación directa y registro fotográfico. No se obtuvo ningún registro de herpetofauna.

Las aves son indispensables para mantener la salud de los ecosistemas, controlan plagas y vectores de varias enfermedades al consumir enormes cantidades de insectos y roedores, facilitan la descomposición y el reciclaje de los nutrientes al alimentarse de carroña, polinizan las flores y dispersan las semillas de muchas especies de plantas (Feria-Arroyo y Peterson, 2002). También construyen cavidades para sus nidos en árboles o en el suelo, que son vitales para otras especies de vida silvestre. Las aves proveen estos servicios a lo largo de sus rutas migratorias a través del estado.

FOTOGRAFÍA IV. 17 FAUNA REGISTRADA EN EL ÁREA DEL PROYECTO

AVES	
Aguililla cola roja	
Zopilote aura	
Aguililla aura	

Papamoscas negro	
Papamoscas cardenalito	
MAMÍFEROS	
Zorra gris	

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

Índices

De acuerdo con el estudio de campo se registró la presencia de cinco especies de fauna silvestre (Aves), y un registro de un mamífero en el área del proyecto (Puente, AI y SA). En la prospección de campo no se registraron especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. La clase más abundante fue la de las aves; y no se tuvo éxito de registros de la Herpetofauna.

En lo que respecta a la abundancia y diversidad de especies, la siguiente tabla representan los resultados obtenidos en toda el área de estudio que corresponde al Puente, Área de Influencia y Sistema Ambiental.

TABLA IV. 65 PRESENCIA DE ESPECIES DENTRO DEL ÁREA DE ESTUDIO

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	TOTAL	ABUNDANCIA RELATIVA (%)
	AVES		
Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja	4	11.8
Cathartes aura	Zopilote aura	16	47.1
Buteo albonatus	Aguililla aura	2	5.9
Sayornis nigricans	Papamoscas negro	8	23.5
Pyricephalus rubinus	Papamoscas cardenalito	4	11.8
	MAMÍFEROS		
Urocyon cinereoargenteus	Zorra gris	2	100

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

GRÁFICA IV. 18 ESPECIES DE FAUNA OBSERVADAS EN EL PROYECTO



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

Índices de riqueza y diversidad

El concepto de diversidad ha sido durante años intensamente discutido por los ecólogos, derivándose de su utilización algunos problemas de tipo semántico, conceptual, y técnico. Es importante señalar que si bien, como ocurre con numerosos métodos, el cálculo de índices de diversidad es relativamente sencillo, aún desde un conocimiento rudimentario, pero es fundamental al utilizarlos considerar atentamente sus limitaciones para poder interpretar adecuadamente su significado en cada caso particular.

No se considera los Índices de Chao porque las especies que se buscan no son acumulativas, y no se busca una especie en particular para que sistemáticamente se vayan descartando las especies observadas en cada punto, por lo que se hace un índice de riqueza con los índices que a continuación se presentan.

El problema básico de la medición de estos parámetros es que no es posible contar todas las especies individuos de una comunidad y, por lo tanto, no existe ningún índice que se extrajo en su medición. Hay índices mejores que otros, dependiendo del tipo de colecta que se realice. Se utilizaron los métodos que a continuación se describen:

El **índice de Shannon (**Shannon y Weaver, 1949) se define como:

$$H = -\sum_{i=1}^{S} \pi_i \ln \pi_i$$

La diversidad máxima (H_{max}= lnS) se alcanza cuando todas las especies están igualmente presentes. Un índice de homogeneidad asociado a esta medida de diversidad puede calcularse como el cociente $H/H_{max}=H/lnS$, que será uno si todas las especies que componen la comunidad tienen igual probabilidad (π_i= 1/S).

Índice de Simpson

De acuerdo con la clasificación de los índices propuesta anteriormente el índice de Simpson pertenece a la clase aditiva (2.8) si hacemos que ti = 1, es decir todas las especies tienen el mismo rango y R(π)= 1 - πi. Entonces:

$$\lambda_{Simp} = \sum_{i=1}^{k} \{1 - \pi_i\}\pi_i = 1 - \sum_{i=1}^{k} \pi_i^2$$

Por lo tanto

$$D = \sum \left(\frac{n_i (n_i - 1)}{N(N-1)} \right)$$

En comunidades naturales, este índice suele presentar valores entre 1.5 y 3.5 y sólo raramente sobrepasa los 4.5 (Margalef 1972, citado en Magurran 1987). Magurran (1989), que enuncia que para el Índice de Shannon-Weiner, los valores inferiores a 1.5 se consideran como diversidad baja, los valores entre 1.6 a 3.4 se consideran como diversidad media y los valores iguales o superiores a 3.5 se consideran como diversidad alta.

Se describen los métodos de estimación de la biodiversidad expresada mediante la riqueza y el índice de Shannon, se propone un método de muestreo para la inferencia, y se discuten los resultados de las cinco especies de aves, la de los mamíferos no se incluyen ya que, al tener sólo un registro de una especie, el índice nos da valores de 0 y ese puede ser sesgado a la hora de la información, por lo que se omite el cálculo de su índice de biodiversidad.

TABLA IV. 66 ÍNDICES DE BIODIVERSIDAD PARA LOS ÓRDENES ENCONTRADOS EN EL PROYECTO.

ORDEN	ÍNDICE DE SHANNON WIENER	ÍNDICE DE SIMPSON
Aves	1.861	0.819
Mamíferos	0.0	0.0
Reptiles	-	-

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

El uso generalizado del índice de Shannon como una expresión sintética de la biodiversidad ha estimulado la aparición de estimadores que corrigen el sesgo y mejoran la cuantificación de la variabilidad aleatoria para permitir la construcción de intervalos de confianza. Hasta la década pasada el estimador máximo verosímil constituyó la única opción y su uso generalizado produjo con toda seguridad subestimaciones de los valores reportados en la literatura. La aparición de alternativas que mejoran la estimación puntual porque corrigen el sesgo negativo, como la de Chao y Shen (2003) o de Pla (2004), revitalizan la utilidad de este índice. De acuerdo

con nuestros datos obtenidos, los mamíferos presentan índices con valor de 0, para las aves en el área del proyecto (puente, AI y SA) presenta un Índice de Shannon de 1.36 y un índice de Simpson del 0.69, que nos indica una diversidad baja, en el área de todo el proyecto (puente, AI y SA); para los reptiles no existe un valor de diversidad al no haberse registrado especie alguna a la hora de esta prospección de campo.

Descripción de los grupos faunísticos

La riqueza fue de 6 especies, un mamífero (*Urocyon cinereoargenteus)* y cinco Aves, presentando la mayor abundancia el Zopilote aura (*Cathartes aura*) con el 47.1%; que se observó en las cercanías del puente, Papamoscas negro (*Sayornis nigricans*) con el 23.5%; el Papamoscas cardenalito (*Pyrocephalus rubinus*) *y* la Aguililla cola roja (Buteo *jamaicensis*) con el 11.8% cada una observadas en el SA y la Aguililla aura (*Buteo albonatus*) con el 5.9% sobrevolando en el SA; especies que perchaban y sobrevolaba en su mayoría en el AI y SA. La especie con menos abundancia es la que se observó sobrevolando en las inmediaciones del SA.

Se hicieron recorridos aguas arriba y aguas abajo en las cercanías donde se llevará a cabo la construcción del puente y en sitios aleatorios de la zona circundante al cauce, así como en el área de influencia (AI) y SA, para estimar la abundancia y diversidad, contando un total de 34 aves en total.

Con este método será posible obtener además de un índice de abundancia igual o más fiable que el obtenido desde recorridos realizados una sola vez.

Aparentemente las zonas de máxima vegetación ofrecen una gran variedad de hábitats, así como de oportunidades de alimentación, refugio y reproducción, creando microambientes para estos organismos, es por ello, que se debe impulsar la creación de áreas verdes que contengan la vegetación original del paisaje, con ello se incrementará de una manera natural la ornitofauna del lugar.

TABLA IV. 67. ÍNDICES DE BIODIVERSIDAD PARA LAS AVES ENCONTRADAS EN EL PROYECTO.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	TOTAL	ABUNDANCIA RELATIVA (%)	ÍNDICE DE SAHNNON	ÍNDICE DE SIMPSON
Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja	4	11.8	0.25	0.014
Cathartes aura	Zopilote aura	16	47.1	0.35	0.221
Buteo albonatus	Aguililla aura	2	5.9	0.17	0.003
Sayornis nigricans	Papamoscas negro	8	23.5	0.34	0.055
Pyricephalus rubinus	Papamoscas cardenalito	4	11.8	0.25	0.014

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

GRÁFICA IV. 19 ABUNDANCIA DE AVES EN EL ÁREA DEL PROYECTO



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

Así mismo se hicieron los cálculos de diversidad por separado de las especies de fauna en cada sitio de muestreo, por lo que a continuación se presentan los índices de diversidad por separado del puente (proyecto), el AI y el SA.

Diversidad del puente

TABLA IV. 68 ÍNDICES DE BIODIVERSIDAD PARA LAS AVES ENCONTRADAS EN EL PROYECTO.

Nombre científico	Nombre Común	# de individuos	Abundancia relativa (%)	Índice de Shannon	Índice de Simpson
Cathartes aura	Zopilote aura	8	57.1	0.32	0.327
Sayornis nigricans	Papamoscas negro	4	28.6	0.36	0.082
Pyricephalus rubinus	Papamoscas cardenalito	2	14.3	0.28	0.020

Fuente: SECIRA, S.A DE C.V. 2023

En el área del puente la riqueza fue de tres especies; *Cathartes aura* con 8 individuos registrados (57.1%), *Sayornis nigricans* con 4 individuos (28.6%), *y Pyrocephalus rubinus* con 2 individuos (14.3%), siendo la más representativa el Zopilote aura. Donde el índice de Simpson para dicho grupo es de 0.35 y el de Shannon-Wiener 0.65, por lo que su riqueza en esta área es baja.

GRÁFICA IV. 20 NÚMERO DE ESPECIES OBSERVADAS EN EL PROYECTO



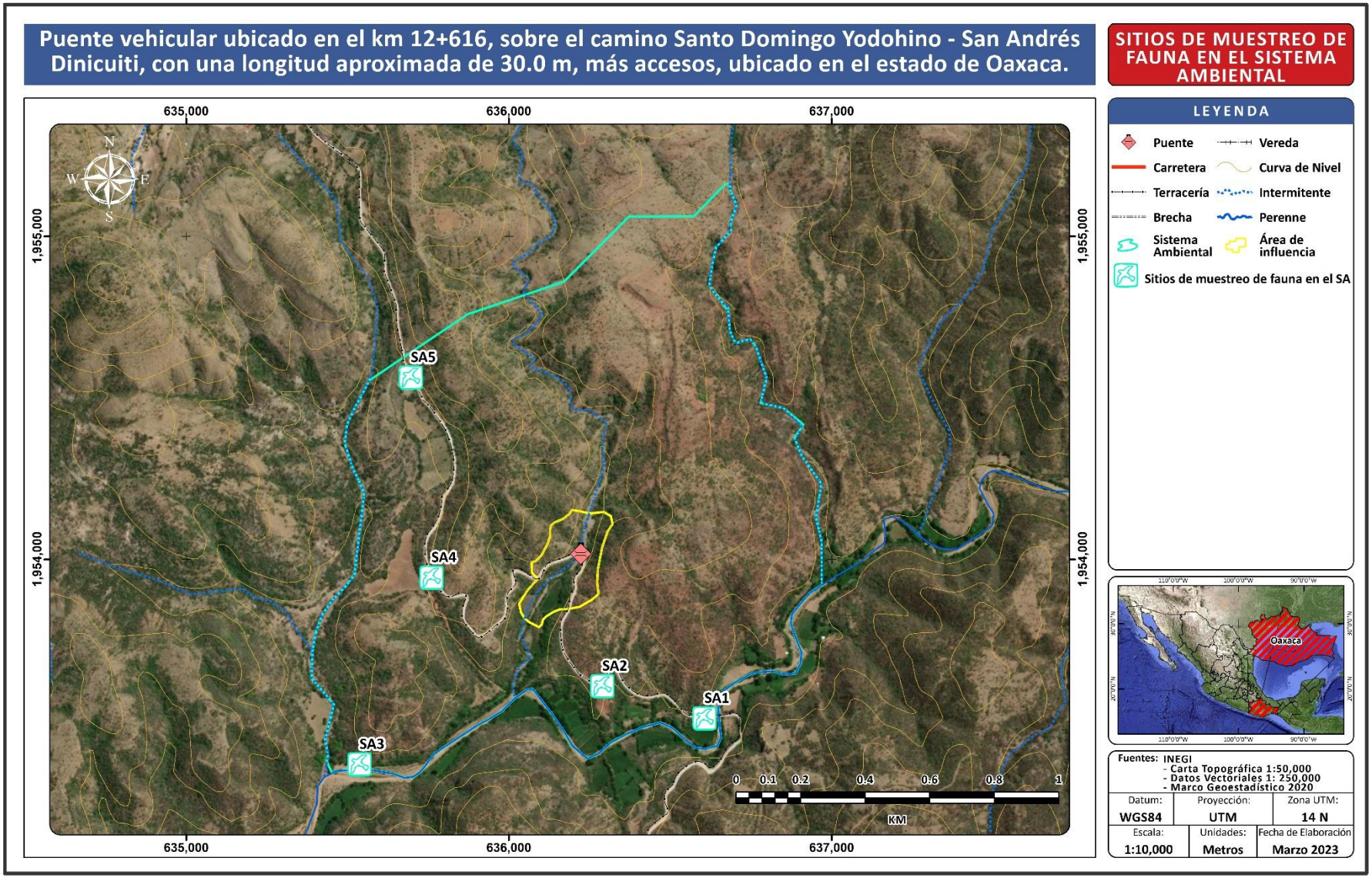
Fuente: SECIRA, S.A DE C.V. 2023

TABLA IV. 69 DIVERSIDAD DE LAS AVES ENCONTRADAS EN EL PROYECTO.

Riqueza	**3**
Índice Simpson	0.571
Índice H'	0.956
Equidad	0.362

Fuente: SECIRA, S.A DE C.V. 2023

IMAGEN IV. 48 MUESTREOS DE FAUNA EN EL ÁREA DEL PUENTE



Fuente: SECIRA, S.A DE C.V. 2023

Diversidad del AI

TABLA IV. 70 ÍNDICES DE BIODIVERSIDAD PARA LAS AVES ENCONTRADAS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA.

Nombre científico	Nombre Común	# de individuos	Abundancia relativa (%)	Índice de Shannon	Índice de Simpson
Sayornis nigricans	Papamoscas negro	2	50.0	0.35	0.250
Pyricephalus rubinus	Papamoscas cardenalito	2	50.0	0.35	0.250

Fuente: SECIRA, S.A DE C.V. 2023

En el Área de Influencia la riqueza fue de dos especies, donde las dos especies registradas presentan la misma abundancia Papamoscas negro (*Sayornis nigricans*) y Papamoscas cardenalito (*Pyrocephalus rubinus*) con el 50.0% cada una. El índice de Simpson para dicho grupo es de 0.50 y el de Shannon-Wiener de 0.69 presentando una diversidad baja en esta zona.

GRÁFICA IV. 21 NÚMERO DE ESPECIES OBSERVADAS EN EL AI



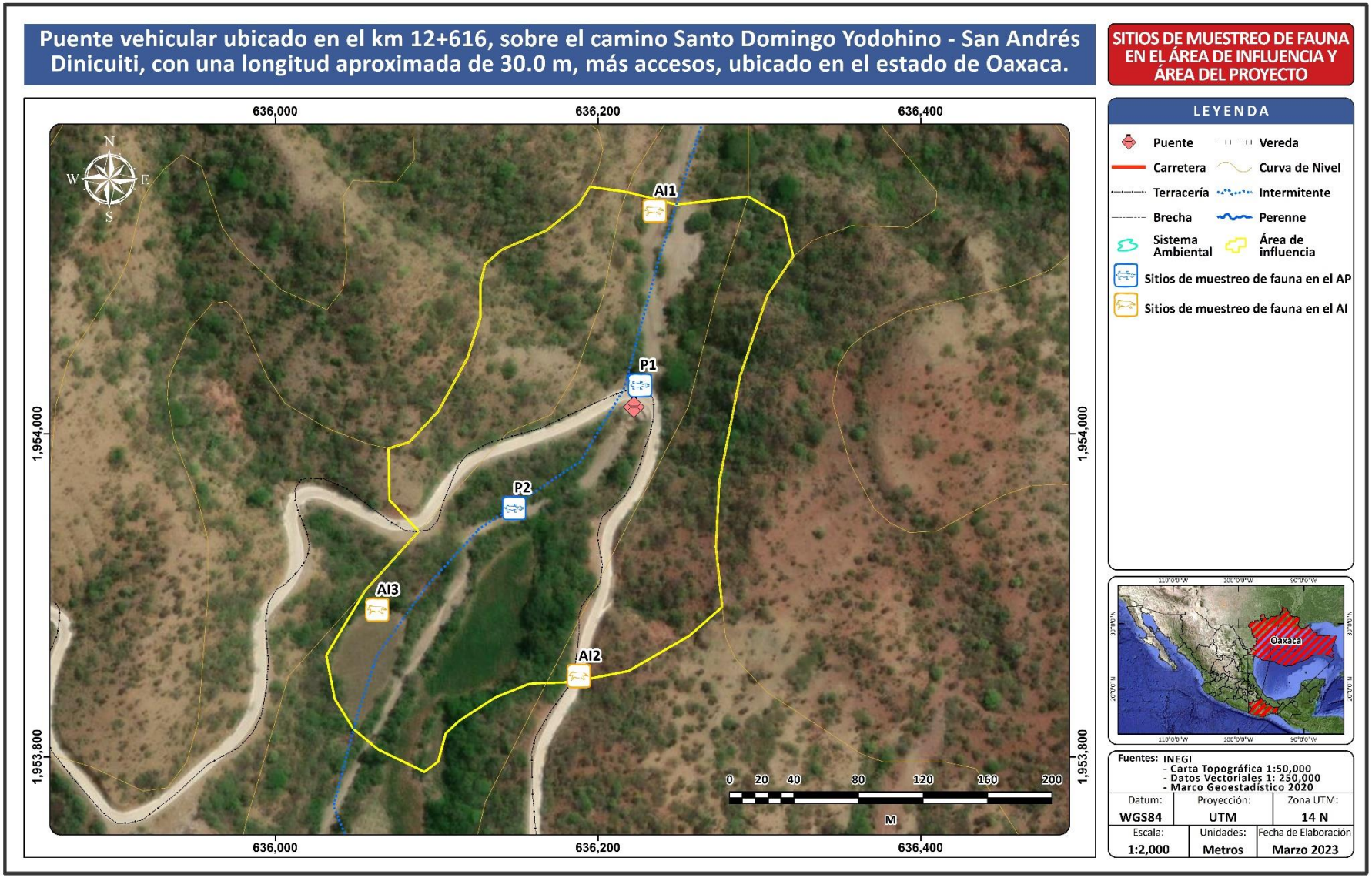
Fuente: SECIRA, S.A DE C.V. 2023

TABLA IV. 71 DIVERSIDAD DE LAS AVES ENCONTRADAS EN EL PROYECTO.

Riqueza	**2**
Índice Simpson	0.500
Índice H'	0.693
Equidad	0.500

Fuente: SECIRA, S.A DE C.V. 2023

IMAGEN IV. 49 MUESTREOS DE FAUNA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA



Fuente: SECIRA, S.A DE C.V. 2023

Diversidad del SA

TABLA IV. 72 ÍNDICES DE BIODIVERSIDAD PARA LAS AVES ENCONTRADAS EN EL SA.

Nombre científico	Nombre Común	# de individuos	Abundancia relativa (%)	Índice de Shannon	Índice de Simpson
Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja	4	25.0	0.35	0.063
Cathartes aura	Zopilote aura	8	50.0	0.35	0.250
Buteo albonatus	Aguililla aura	2	12.5	0.26	0.016
Sayornis nigricans	Papamoscas negro	2	12.5	0.26	0.016

Fuente: SECIRA, S.A DE C.V. 2023

La riqueza fue de cuatro especies, presentando la mayor dominancia *Cathartes aura* (Zopilote aura) con 8 individuos registrados (50.0% del total de las especies en el SA). Seguida de Aguililla cola roja (*Buteo jamaicensis* con el 25.0%, y Papamoscas negro (Sayornis nigricans) y Aguililla aura (*Buteo albonatus*) con dos especies registradas cada una (12.5%). El índice de Simpson para dicho grupo es de 0.656 y el de Shannon-Wiener de 1.213 presentando una diversidad baja.

GRÁFICA IV. 22 NÚMERO DE ESPECIES OBSERVADAS EN EL SA



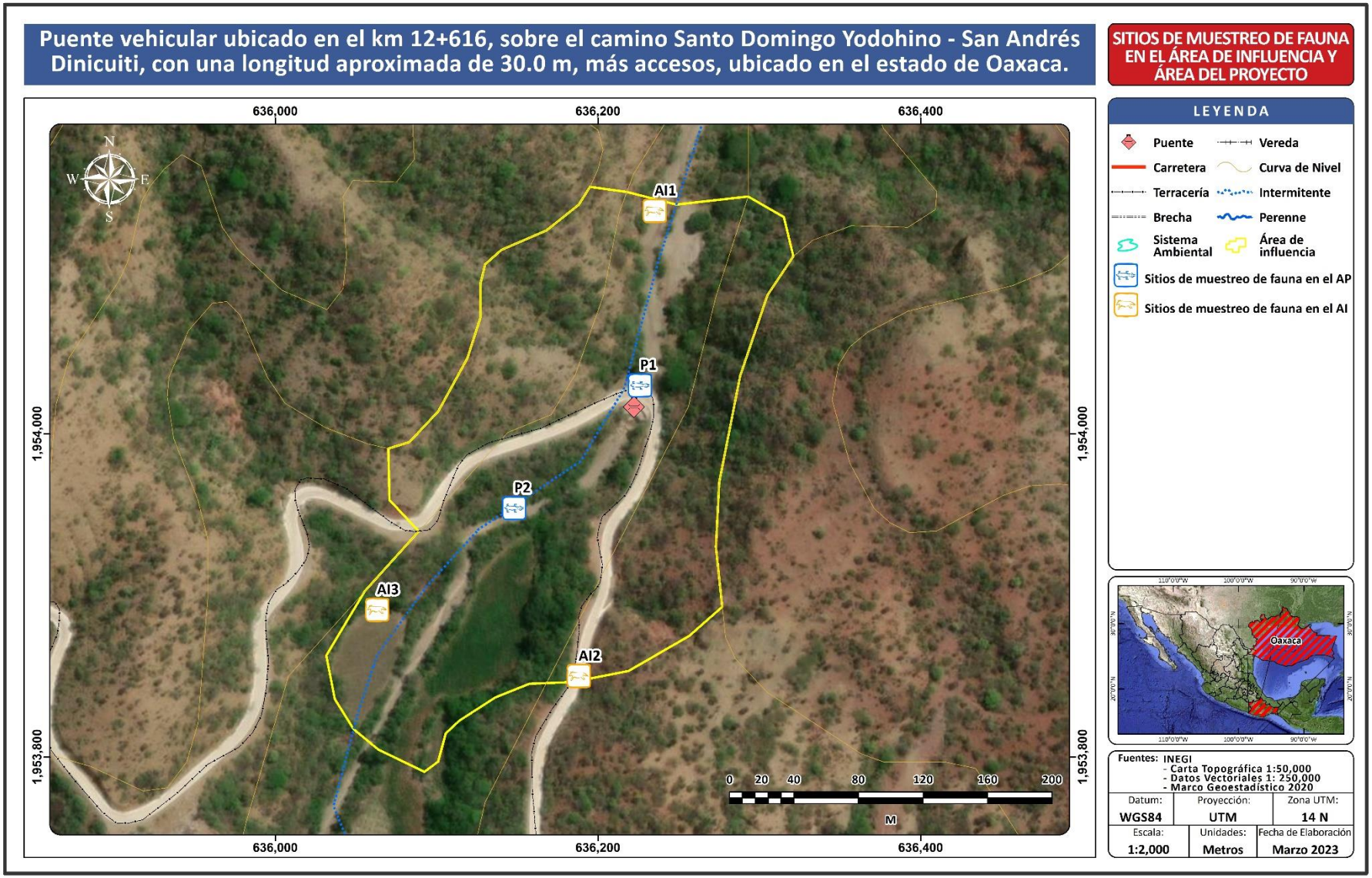
Fuente: SECIRA, S.A DE C.V. 2023

TABLA IV. 73 DIVERSIDAD DE LAS AVES ENCONTRADAS EN EL PROYECTO.

Riqueza	**4**
Índice Simpson	0.656
Índice H'	1.213
Equidad	0.438

Fuente: SECIRA, S.A DE C.V. 2023

IMAGEN IV. 50 MUESTREOS DE FAUNA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA.



Fuente: SECIRA, S.A DE C.V. 2023

A manera de resumen, se mencionan en la siguiente tabla los resultados del muestreo del proyecto considerando el área del proyecto (puente, AI y SA) de las especies de fauna registradas.

TABLA IV. 74 RESUMEN DEL MUESTRO DEL PROYECTO

Diseño de muestreo	Diseño de muestreo aleatorio, en l Área de Influencia y Sistema Ambiental
Tipo de muestreo	Área puntual en el proyecto (puente, AI y SA) y transectos lineales para trampeo de mamíferos
Número de muestreos realizados	10 puntos de muestreo en el área del proyecto (2 en el puente; 2 en el AI y 6 en el SA)
Duración del muestreo	3 días
Fecha de su realización y periodicidad	En época de secas en Invierno
Representatividad del muestreo	El número representativo del muestreo es de 8 sitios
Tipo de comunidad	Estacional y migratorias
Comunidad Acuática o litológica	En el área del puente, aun cuando se realizaron los muestreos oportunos no se registraron especies de ictiofauna
Tipo de análisis de datos	Índice de Shannon y Wiener, Equidad de Pielou, Índice de Simpson, Dominancia.

Fuente: SECIRA, S.A DE C.V. 2023

De acuerdo con estos resultados podemos observar que la abundancia de especies es mayor en las aves, debido a que muchas de las especies registradas se observaron sobrevolando y perchando en árboles (AI y SA), y estas tienen más oportunidad de vuelo y ser vistas. Como ya se mencionó empleamos transectos en el área del puente y a cada 50m partiendo del centro del puente a modernizar se realizaron puntos fijos a esas distancias para puntos fijos de observación, las distancias entre puntos y transectos deben ser tales que no se cuente el mismo individuo en dos puntos o transectos distintos. En el SA y AI se realizaron puntos al azar considerando los usos de suelo y sitios accesibles en el proyecto.

Se sugiere hacer monitoreos de la fauna silvestre de la zona, para poder evidenciar su presencia en la zona del proyecto. Llevar a cabo las medidas precisas de mitigación, prevención y compensación para asegurar la protección, conservación y preservación de las especies registradas en la prospección de campo y las que se registren a la hora de ejecutar el proyecto; mediante monitoreos puntuales; empezando tres meses antes de que se lleven a cabo las obras de construcción del puente, durante y después, donde se tenga el registro en una bitácora de los muestreos y así conocer el desplazamiento de las especies observadas durante este monitoreo como medida de mitigación, esto con el fin de desplazar momentáneamente a las especies catalogadas o no en la NOM-059.

Análisis integral de los distintos grupos de fauna.

Las especies que se localicen en el área del proyecto se desplazaran hacia sitios que presentan mejores coberturas de vegetación y menor presión humana. Estos desplazamientos que se dan a gran escala de los animales desempeñan funciones tanto para el individuo como para la especie. Los individuos pueden asegurar o conseguir alimentos más favorables, facilidades para la crianza, cambios de clima o, simplemente, más sitios en donde vivir. Una especie puede beneficiarse si los desplazamientos conducen al establecimiento de nuevos hábitats en donde la especie pueda persistir en el caso de que el hábitat anteriormente ocupado sea destruido. Los desplazamientos pueden también ayudar a la especie incrementando el volumen de variabilidad genética sobre el cual la selección natural puede operar. Tres tipos básicos de desplazamientos entre los vertebrados son: la dispersión de los jóvenes, la emigración masiva y la migración.

Los sitios con mayor presencia de fauna con hábitos de lento desplazamiento son los manchones de vegetación conservada. El grupo más representativo de fauna en el sitio del proyecto es el de las aves, mientras que se da

una disminución a medida que las zonas están desprovistas de vegetación, en las zonas con franjas de vegetación más angostas se aprecia una disminución y poca presencia de estas.

A continuación se presentan las coordenadas de los sitios de muestreo por cada zona de muestreo en el poryeco

TABLA IV. 75 COORDENADAS DE LOS PUNTOS DE MUESTREO

Sitio	UTM Zona 13N		Geográficas	
	Coord. X	Coord. Y	Longitud	Latitud
P1	636226	1954030	-97° 42' 56.321"	17° 40' 8.430"
P2	636148	1953954	-97° 42' 58.985"	17° 40' 5.975"
AI1	636235	1954138	-97° 42' 55.990"	17° 40' 11.941"
AI2	636188	1953850	-97° 42' 57.652"	17° 40' 2.582"
AI3	636063	1953891	-97° 43' 1.884"	17° 40' 3.944"
SA1	636606	1953507	-97° 42' 43.546"	17° 39' 51.331"
SA2	636289	1953607	-97° 42' 54.280"	17° 39' 54.655"
SA3	635537	1953365	-97° 43' 19.855"	17° 39' 46.948"
SA4	635760	1953943	-97° 43' 12.154"	17° 40' 5.702"
SA5	635696	1954562	-97° 43' 14.184"	17° 40' 25.854"

Fuente: SECIRA, S.A DE C.V. 2023

Análisis de fauna considerando las especies que se encuentran dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.
Con los datos obtenidos no se registraron especies consideradas en la NOM-059, en particular se indican de manera general si se llegara a encontrar alguna especie en la categoría de riesgo, de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Grupo faunístico indicador de la situación medioambiental
Las aves son un grupo modelo para estudios biológicos en general, se utilizan como indicadoras de la conservación de especies silvestres y para identificar regiones perturbadas o que necesitan protección, ya que son buenas indicadoras del potencial de la biodiversidad de una región porque son fáciles de observar y monitorear. Por lo que para este proyecto de modernización son nuestro grupo indicador del estado de conservación del ecosistema no sólo del área donde se ampliará la construcción del puente sino de sus alrededores también. Esta descripción es solamente representativa de las aves observadas durante los recorridos de campo para realizar el inventario de flora, sin un seguimiento por estaciones, las especies observadas son las residentes comunes de esta zona del municipio peor no representan en su totalidad las del estado.
Para efectuar la identificación de las aves se basó en la experiencia misma del consultor pues en este caso así se pudo efectuar, en caso contrario se cuenta con apoyo de guías de identificación de aves. Debido a que se utilizara un espacio impactado para el proyecto, ya no existe vegetación ni fauna silvestre susceptible de afectación en el trazo, toda vez que en su momento las especies se desplazaran a zonas con cobertura vegetal a la relacionada con las especies, de tal forma que no existirá afectación a la fauna silvestre local por el desarrollo del proyecto.

La generación de ruido que producirán tanto la maquinaria pesada y los camiones de volteo durante su operación, representa afectaciones mínimas sobre la fauna silvestre de la zona, al perturbar su hábitat. Otro factor que puede ser negativo es la constante presencia de las personas que serán empleadas como mano de obra en el proyecto, que puede ahuyentar a los animales silvestres.

En esta zona del cauce no se registraron especies de Ictiofauna por lo que no existe ningna afectación a este orden.

Medidas de mitigación

Para reducir los impactos y afectación a la fauna silvestre se deben considerar y llevar a cabo las medidas de mitigación mencionadas, así mismo para lograr la conservación de la diversidad de fauna silvestre de este municipio y del estado donde se requiere de medidas urgentes de protección del hábitat, así como de la aplicación de alternativas novedosas de uso de la flora y fauna silvestre que permitan mejorar la economía de las comunidades rurales para hacerlas partícipes de este proceso.

- Se deben establecer acciones de control y monitoreo de la fauna existente en la zona del proyecto, que aporten información técnica cualitativa y cuantitativa necesaria sobre los recursos bióticos y abióticos existentes en el área, a fin de agilizar y eficientar las acciones de manejo que se implementen. Es de capital importancia, establecer una base de datos que se actualice constantemente con base en los programas de monitoreo, a fin de proporcionar información pertinente sobre las condiciones reinantes en el área, así como los resultados sobre la pertinencia de los proyectos aplicados y la evolución histórica de los procesos regenerativos.
- Se estima que los impactos sobre la fauna serán reducidos de forma significativa mediante la implementación de medidas de mitigación específicas y genéricas, razón por la cual no se plantean medidas de compensación para fauna en este proyecto.
- Permitir y facilitar el escape y libre tránsito de la fauna silvestre que pudiera presentarse en el área, durante el desarrollo de las actividades de preparación del terreno.
- Se deberán realizar acciones de capacitación y educación ambiental, dirigidos al total del personal participante en las obras, para evitar la caza o la captura de animales o simplemente los molesten.
- En los sitios de obra se instalarán señalamientos alusivos al comportamiento que deberá tener el personal respecto a la conservación de fauna silvestre.
- La actividad de reforestación coadyuvará a mejorar el hábitat de la fauna de la zona, alterado durante las etapas de preparación del sitio y construcción.

Consideraciones finales

Como se muestra en los resultados la abundancia mayor se dio en el SA en sitios abiertos donde las aves sobrevuelan en las inmediaciones del proyecto y sitios donde buscan descansar que cuentan con las condiciones ambientales adecuados para la sobrevivencia de estas especies; las aves presentes son altamente tolerantes a hábitats alterados, también estas se observan provenientes de fragmentos de la vegetación del proyecto. Aparentemente las áreas más conservadas ofrecen una variedad de hábitats, así como de oportunidades de alimentación, refugio y reproducción, creando microambientes para estos organismos.

IV.2.7 Paisaje

Como parte de una evaluación integral, se considera al paisaje como un elemento o sintético de todo conjunto de características del medio físico, biótico y social. El correcto análisis del paisaje proporciona elementos importantes respecto de la situación actual, antecedentes y las posibilidades futuras de desarrollo en la región y aunque su efecto sólo es visual e integral, es un buen indicador que muestra las tendencias y comportamiento de los aspectos de conservación ambiental y hábitat de especies silvestres, la fragmentación del hábitat, tamaño y conformación de matrices, corredores y parches, son aspectos importantes para conocer si se ha rebasado la resistencia y resiliencia del sistema. El inventario del paisaje incluye la descripción y valoración de la singularidad paisajística o elementos naturales o artificiales sobresalientes, así como los componentes relevantes de carácter científico, cultural e histórico.

Valor del Paisaje en el sitio del trabajo

El término paisaje ha sido empleado a lo largo del conocimiento científico y dentro de la ecología del paisaje bajo muy diversos significados, tales como: naturaleza, territorio, área geográfica, medio ambiente, sistema de subsistemas, recurso natural, hábitat, escenario, ambiente cotidiano, entorno de un punto, pero ante todo y en todos los casos el paisaje es la manifestación externa, imagen, indicador o la expresión sintética de los procesos formadores o del conjunto de acciones que provocan su deterioro o conservación, en algún lugar del territorio o aquellos efectos que correspondan al ámbito natural o como resultado de actividades humanas. Como fuente de información, el paisaje se hace objeto de interpretación, a partir del cual, el hombre establece su relación con el paisaje como receptor de información y analiza, desde un punto de vista científico o lo experimenta emocionalmente.

Hay dos aspectos en el estudio del paisaje: el denominado paisaje total, que lo identifica con los factores ambientales que ejercen su influencia en el medio y el paisaje visual, cuya consideración corresponde más al enfoque estético o perceptual, el enlace entre ambos es evidente: el paisaje surge como manifestación externa del territorio, pero es interpretada de forma diferente. En el primero el interés es la importancia del paisaje como fuente de información sintética de la evolución ecológica del territorio, en el segundo se concreta lo que el observador es capaz de percibir del sitio.

Se puede definir al paisaje como el resultado de la combinación espacial y temporal de la geomorfología, clima, vegetación, fauna, hidrología, eventos asociados al vulcanismo o tectonismo, y de la incidencia de las alteraciones o procesos de tipo natural y las modificaciones antrópicas a través del uso del suelo, donde se incluyen todo el conjunto de actividades productivas, extractivas y de servicios.

La consideración global de los atributos del paisaje y sus relaciones enlaza con la visión ecológica del territorio como sistema integral (paisaje total), manifestación externa y transparente del territorio, y constituye el objetivo percibido y estudiado en el entorno, denominado paisaje visual o percibido.

El mayor aprecio del paisaje proviene de su consideración simultánea como: cualidad del espacio vivido, elemento del ambiente, manifestación territorializada cultural y recurso valorable económicamente para localizar actividades productivas y socioeconómicas y para preservar rasgos únicos del medio o sitios con biodiversidad excepcional o dignos de ser protegidos.

También el paisaje es memoria individual y colectiva. Los paisajes amados forman parte de nuestra experiencia personal, sus valores han sido transmitidos, de generación en generación, por diversos medios de enseñanza vivencial y para la formación de la sensibilidad hacia la naturaleza y la cultura.

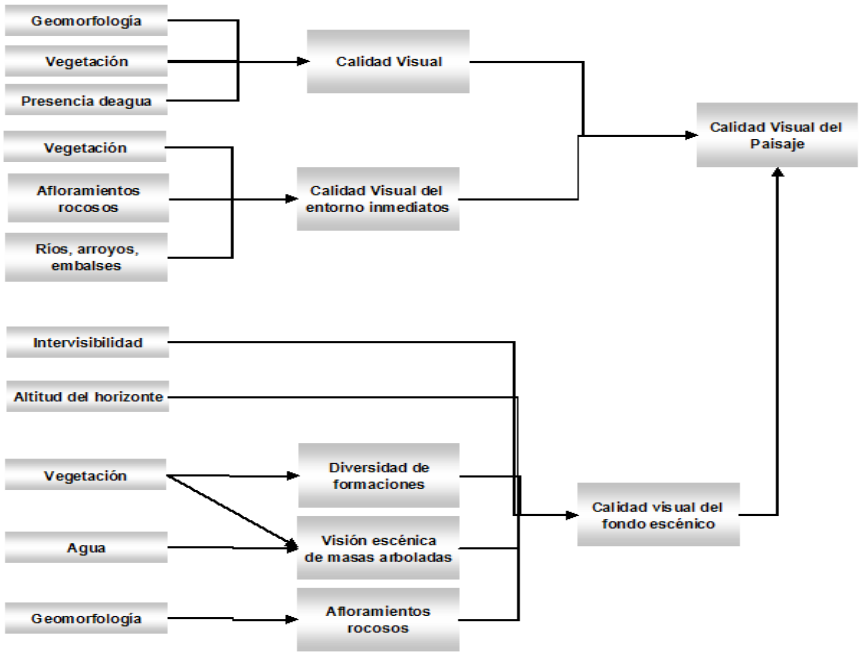
En el origen y evolución de los paisajes se pueden reconocer dos tipos de fuerzas, las constructoras y las destructoras. Entre las primeras se pueden mencionar las fuerzas internas de la tierra que levantan continentes, elevan cordilleras y pliegan o fracturan la corteza. Estas elevaciones se ven sometidas a los procesos modeladores producidos por el agua (en alguno de sus estados), el clima (precipitaciones, vientos, etc.) que, ayudados por la fuerza de gravedad o del viento, entre otros factores, transforman los relieves altos hasta convertirlos en llanuras.

Como se aprecia, el relieve constituye la base sobre la que actúan otros componentes del paisaje como son la cobertura vegetal, hidrología y actividades humanas, entre otros, que diferencian el paisaje frente a otros de características similares y a la vez contribuyen a su transformación, ya sea con una tendencia hacia la conservación o a la degradación.

Para la valoración del paisaje se utilizó la metodología de valoración directa a través de categorías estéticas manejada por: González Alonso Santiago *et al,* (1983), quienes indican su aplicación por el U.S.D.A. Forest Service y el Bureau of Land Management (BLM) de Estados Unidos; en combinación con la identificación y descripción del paisaje total de acuerdo con Escribano *et al. 1987.*

Dichas metodologías fueron utilizadas, toda vez que son accesibles y manejables por un grupo multidisciplinario y su combinación permite la agilidad del proceso de valoración y que el equipo de trabajo coincida en sus apreciaciones en el lugar del escenario a valorar. Los componentes del modelo general del paisaje se sintetizan en la figura siguiente:

IMAGEN IV. 51 COMPONENTES DEL MODELO GENERAL DE CALIDAD DEL PAISAJE.



Fuente: ESCRIBANO *ET AL* (1987).

SÍNTESIS DE LOS COMPONENTES DEL MODELO DE PAISAJE.

El estudio del paisaje se basa en la interpretación y explicación de lo que ve un sujeto, principalmente caracterizado por los elementos que pueden ser percibidos por el observador (vegetación, cultivos, relieve, corrientes de agua, rocas expuestas, etc.); Asimismo se puede considerar al paisaje como un recurso natural que tiene una consideración especial dentro de la valoración ambiental cuando está en función de los proyectos de desarrollo. La valoración del paisaje incorpora a los recursos naturales y actividades antrópicas, con ello esta valoración se hace a través de la calidad y la fragilidad.

CALIDAD VISUAL.

La calidad visual se refiere a la valoración del atractivo visual, y se ha establecido como un recurso básico y parte esencial, recibiendo igual consideración que los demás recursos del medio físico, además es valorado en términos comparables al resto de los recursos. La percepción del paisaje es una acción de interpretación por parte del observador donde además del problema perceptivo surge una nueva complicación: la adjudicación posterior de un valor. Una vez que el evaluador ha percibido el escenario el proceso de evaluación le exige realizar una ponderación de los componentes de la escenografía ambiental que puede resultar subjetiva y

diferente de un segundo evaluador, por ello se considera que la calidad visual del paisaje tiene interés para adoptar alternativas de uso o cuando se necesitan cánones de comparación.
Ahora bien, todo intento de evaluar la calidad paisajística de un espacio debe asumir la existencia de posturas subjetivas. Pero siempre se debe tratar de tener objetividad de lo que se ve con la finalidad de marcar aspectos que permitan comparar situaciones distintas, por ejemplo, comparar la misma situación del paisaje, y su tendencia a lo largo del tiempo sin proyecto y con proyecto.

La visualización de un paisaje incluye tres elementos de percepción:

- La calidad visual intrínseca, o sea las características del punto de ubicación del observador.
- La calidad visual del entorno inmediato, que son las imágenes directas del entorno.
- La calidad del fondo escénico, entendido como el conjunto que constituye el fondo visual de cada punto del territorio.

Existen tres tipos de métodos para determinar la calidad visual:

- Métodos directos, que se obtienen mediante la observación del paisaje en su totalidad o de una cuenca visual específica.
- Métodos indirectos: en este grupo se encuentra el mayor número de métodos que son cualitativos como cuantitativos y que evalúan a través de los siguientes métodos.
- Métodos mixtos: estos métodos intentan combinar los métodos anteriores, maximizando sus ventajas y minimizando sus desventajas. Estos se basan en que la valoración se debe hacer en forma directa, pero utilizando la desagregación de sus componentes. Al aplicar estos métodos se generan suficientes datos que pueden anticipar repercusiones sobre el medio.

Para evaluar la calidad visual se trabaja a través de la Valoración de los atributos del paisaje, basados en sus características intrínsecas:

Preferencia del espectador: Es la aceptación del observador por el sitio, debido a elementos de belleza o atracción, el cual puede ser muy bajo, bajo, moderado, alto o muy alto.

Complejidad ecológica: Dimensión de la trama de interacción ecosistémicas desarrollados en una unidad de paisaje, el cual puede ser muy bajo, bajo, moderado, alto o muy alto.

Rareza: Frecuencia con que un paisaje es observado en el Sistema Ambiental, puede ser común, frecuente, raro, único o excepcional.
Número de Paisajes por unidad (fragmentación): En una unidad de observación se presentan diversas discontinuidades que fracción al ecosistema, el cual puede ser muy bajo, bajo, moderado, alto o muy alto.

Topografía y Geomorfología (Grado de visibilidad): El tipo de geoformas dotan a la visual de diferentes amplitudes de visión, así en las planicies se tiene una panorámica local del sitio, contrario a un relieve ondulado que puede ocultar o disminuir la panorámica, los ejemplos son: Fondo de valle o llanura baja; cañadas, Lomeríos suaves y Lomeríos moderados (Moderado); Laderas de sierra y Zonas montañosas altas.

Fragilidad Visual
La fragilidad visual es un concepto de vulnerabilidad visual que se refiera a la aptitud que tiene un paisaje de absorber visiblemente modificaciones o alteraciones sin detrimento de su calidad visual, esto es a mayor fragilidad menor capacidad de absorción en los cambios; nuevamente para homogenizar criterios de subjetividad y ponderación se definen la Fragilidad Visual como: la susceptibilidad de un paisaje al cambio cuando se desarrolla un uso sobre de él.

Factores Intrínsecos
Altura de la vegetación: se refiere a la capacidad de la vegetación de ocultar un cambio en el paisaje debido a que el tamaño y abundancia de la vegetación, le sirve de pantalla al observador para identificar lo que hay detrás de la masa vegetativa.

Topografía y pendiente (grado de visibilidad): las pendientes determinan la topografía misma que facilita u obstruye la visual para identificar elementos ahí integrados; pendientes de 5% tienen una muy baja fragilidad ya que el escenario se oculta en el horizonte; no así en pendientes superiores por ejemplo entre 5% y 15% la fragilidad es baja ya que disminuye la posibilidad de que el cambio se pierda en el horizonte; de 15 a 30% Moderada; de 30 a 45% alta; y más 45% muy alta.

Complejidad: la gama de procesos ecológicos que se desarrollan en un sitio se determina visualmente por la composición de los elementos bióticos y abióticos, ello mismo determinan el grado de complejidad ecosistémica en un sitio.

Factores extrínsecos
Accesibilidad: disponibilidad de un observador para llegar a un sitio y hacer una observación de la panorámica.

Elementos de influencia: el paisaje puede estar constituido por elementos ajenos a la naturaleza del sitio, como carreteras, núcleos urbanos, torres de energía eléctrica, infraestructura urbana, etc.

Para realizar la valoración del paisaje se requiere conocer las actividades que comprende la realización del proyecto: diseño, organización espacial, formas, dimensiones, características de construcción y operación, actividades complementarias durante cada una de las fases; revisión bibliográfica y cartográfica de los temas que comprenden las unidades físicas y bióticas: geomorfología, vegetación, edafología, hidrología, geología, usos de suelo, influencia humana, urbanización valores de conservación e histórico–culturales, cabe destacar que todos estos elementos fueron verificados durante los recorridos en campo realizados.
Durante la evaluación del paisaje se tomaron diversas expresiones e información de los sitios visitados, formatos de campo e imágenes respectivas, presentes en el anexo de paisaje.

Asimismo, se realizó la ponderación de la calidad escénica, utilizando las siguientes consideraciones:

TABLA IV. 76 PONDERACIÓN PARA LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD ESCÉNICA.

Ponderación	5	3	1
Morfología	Relieve muy montañoso, marcado y prominente (acantilados, agujas ígneas, grandes formaciones rocosas); o bien relieve de gran Variedad superficial o muy erosionado o sistema de dunas; o presencia de algún rasgo muy singular y dominante (glaciares)	Formas erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes, pero no dominantes o excepcionales	Colinas suaves, fondos de valle planos, pocos o ningún detalle singular
Ponderación	5	3	1
Vegetación	Gran variedad de tipos de vegetación, con formas, texturas y distribución interesantes	Algunas variedades en la vegetación, pero solo uno o dos tipos	Poca o ninguna variedad o contraste en la vegetación
Ponderación	5	3	0
Hidrología	Factor dominante en el paisaje; apariencia limpia y clara, aguas blancas (rápidos y cascadas) o láminas de agua en reposo	Agua en movimiento o en reposo, pero no dominante en el paisaje	Ausente o inapreciable
Ponderación	5	3	1
Color	Combinaciones De color intensa y variada, o contrastes agradables entre suelo, vegetación, roca, agua y nieve.	Alguna variedad e intensidad en los colores y contraste del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante.	Muy poca variación de color o contrastes, colores apagados.
Ponderación	5	3	0
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual del conjunto	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto
Ponderación	6	2	1
Rareza	Único o poco común, o muy raro en la región, posibilidad real de contemplar fauna y vegetación de manera excepcional	Característico, aunque similar a otros en la región	Bastante común en la región
Ponderación	2	1	0
Actividades humanas	Libre de actividades estéticamente indeseadas o con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual.	La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no en una totalidad, o las actuaciones no añaden calidad visual.	Modificaciones intensas y extensas, que reducen o anulan la calidad escénica.

Fuente: González alonso Santiago et al, (1983).

En el sitio se obtienen las coordenadas geográficas y el área susceptible de modificación potencial, de acuerdo con la estructura del paisaje, posteriormente fueron identificados los atributos del paisaje que pudieran ser afectados por el proyecto y la simulación del contraste visual:

1. Toma de fotografías en cada sitio seleccionado, la cual muestra la situación del escenario sin la presencia del proyecto.
2. Registro y valoración de elementos del paisaje, en formato de campo ex profeso.
3. Manejo de imágenes en gabinete.

CALIDAD VISUAL.

Con las metodologías utilizadas se observó que, en la zona del proyecto se pueden determinar las siguientes unidades de paisaje bien diferenciadas:

- Selva Baja Caducifolia: Unidad paisajística Ubicada en el Sistema Ambiental, esta extensión de territorio tiene fragilidad moderada.
- Paisaje Fluvial.

FOTOGRAFÍA IV. 18 SELVA BAJA CADUCIFOLIA.







Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

FOTOGRAFÍA IV. 19 PAISAJE FLUVIAL







Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

Para realizar la valoración paisajística se tomaron los siguientes criterios de valoración:

1) Valoración estética:
   - Común o áreas con características y rasgos ordinarios en la región;
   - Frecuente o áreas que reúnen una mezcla de características excepcionales para algunos aspectos y comunes para otros;
   - Excepcional o única, áreas que reúnen características excepcionales para cada aspecto valorado.

2) Valoración ecosistémica
   - Conservada, guarda procesos ecosistémicos originales y con alta resiliencia;
   - Deteriorada, los procesos ecosistémicos han sido alterados y disminuye su resiliencia;
   - Progresiva, existen factores o fuerzas exógenas, que están promoviendo esa tendencia, ya sea de conservación o de deterioro;

- Regresiva, donde existen factores o fuerzas exógenas y endógenas, que revierten esta tendencia.

Para valorar el paisaje en el sitio se realiza la sumatoria de la ponderación de atributos y el resultado obtenido se incluye en alguna de las tres categorías de sensibilidad indicadas en la tabla siguiente:

TABLA IV. 77 SENSIBILIDAD DEL PAISAJE POR ALGÚN TIPO DE ALTERACIÓN.

PONDERACIÓN	SENSIBILIDAD	CATEGORÍA	CRITERIO	VALOR NUMÉRICO
A	Alta	Clímax	Mantienen sus caracteres originales y prevalece una estabilidad equilibrio entre los subsistemas abiótico, biótico y antrópico, tienen alta capacidad de resiliencia y muy bajo nivel de deterioro. Existen procesos edafogenéticos y recolonización vegetal que garantizan el mantenimiento de la riqueza y el equilibrio de sus paisajes. Con aprovechamientos del potencial natural, sin afectar la regeneración natural.	19 – 33
B	Media	Paraclímax	Presenta una situación de estabilidad favorable, aunque puede ser frágil debido a acciones antrópicas sobre los componentes bióticos que han simplificado el sistema, incrementando su sensibilidad a impactos externos. No obstante, la baja incidencia e intensidad no compromete el equilibrio alcanzado, de tal forma que los escasos desajustes espaciales y temporales del potencial ecológico pueden ser restaurados.	12 – 18
C	Baja	Degradado	Presenta diversas situaciones de deterioro en distinto grado y manifiesta una sensible inestabilidad, La posibilidad de recuperación de un paisaje degradado depende de su nivel de deterioro.	0 - 11

Fuente: González Alonso Santiago et al, (1983) Modificada por Promovente, 2009

En el área de estudio, predominan las condiciones ecológicas de “Progresivas conservado”, en las unidades paisajísticas donde es predominante la Vegetación Secundaria Arborea de Pino Encino, que incluyen los distintos caminos ya sea carreteras pavimentadas y/o veredas, es decir el proceso de resiliencia ha disminuido gracias a que los procesos ecosistémicos han sido alterados, aunque esta tendencia puede ser revertida toda vez que existen factores en el Sistema que favorecen esta tendencia.

Los grados de perturbación, según Mateo y Ortiz (2001), se presentan como:

I. **Degradado:** donde el sistema ha sufrido importantes perturbaciones,
II. **Conservado:** donde los ecosistemas mantienen sus procesos ecosistémicos y grado de resiliencia,
III. **Progresivo:** donde el sistema degradado continua su degradación o el conservado continúa con su poder de resiliencia,
IV. **Regresivo:** los sistemas degradados registran una tendencia a la recuperación del equilibrio, o donde los sistemas conservados pierden su poder de regeneración de elementos bióticos. Existen paisajes regresivos o progresivos por causa antrópica (áreas periurbanas) y por causa natural (zonas desérticas y zonas con intensos procesos de erosión natural, o grado de resiliencia).

Con los criterios anteriores se presenta la siguiente tabla de valoración total del paisaje:

TABLA IV. 78 VALORACIÓN DEL PAISAJE DEL PROYECTO.

UNIDAD PAISAJÍSTICA	VALORACIÓN ESTÉTICA	VALORACIÓN ECOSISTÉMICA	CALIDAD VISUAL
Paisaje Fluvial	Frecuente	Conservado	Media
Selva Baja Caducifolia	Frecuente	Conservado	Media

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

El paisaje fluvial presenta una valoración estética común y ecosistémica deteriorada. La modificación de los usos del suelo en la región disminuye la escorrentía, por lo que el suelo parcialmente desprotegido incrementa el riesgo de erosión. Se destaca que el paisaje fluvial se conforma por un Río intermitente.

Considerando los elementos característicos del SA donde se ubica el proyecto, se realizó el análisis de calidad visual con respecto a las unidades de paisaje identificadas, presentándose en la tabla siguiente:

TABLA IV. 79 UNIDADES PAISAJÍSTICAS DEL SISTEMA AMBIENTAL DEL PROYECTO.

UNIDAD PAISAJÍSTICA	SUBUNIDAD	MATRIZ	PARCHES	CORREDORES	CONDICIÓN ECOLÓGICA
Lomerío con cañadas	Valles	Selva Baja Caducifolia	Uso pecuario y agrícola de temporal	Ninguno	Conservada y progresiva
Paisaje fluvial		Ninguno	Uso pecuario y agrícola de temporal	Ninguno	Deteriorada y progresiva

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

FRAGILIDAD VISUAL.

La fragilidad visual se evalúa teniendo también como base la geomorfología, vegetación y los elementos que encubren a otros, considerando que la fragilidad visual crece con la magnitud del contraste entre geomorfología, suelo y vegetación y disminuye con los que enmascaren una nueva actividad que pretenda ser incorporada a la zona de estudio, donde el factor enmascararte más importante es el relieve. Por otra parte, la vegetación; a mayor pendiente, mayor es la fragilidad visual y a medida que la pendiente se suaviza la absorción de las modificaciones a un paisaje, se atenúan paulatinamente. Lo anterior como resultado de que una visual resulta más vulnerable a medida que tiene una mayor visibilidad. En la tabla siguiente se presentan los resultados.

TABLA IV. 80 FRAGILIDAD VISUAL DEL SISTEMA AMBIENTAL DEL PROYECTO.

UNIDAD PAISAJÍSTICA	FACTORES INTRÍNSECOS			FACTORES EXTRÍNSECOS			FRAGILIDAD VISUAL
	ABUNDANCIA DE ELEMENTOS	TOPOGRAFÍA Y PENDIENTE (INCIDENCIA VISUAL)	COMPLEJIDAD	CAMPO VISUAL	ACCESIBILIDAD	ELEMENTOS DE INFLUENCIA	
Selva Baja Caducifolia	Media	Baja	Alta	Media	Media	Media	Media
Paisaje fluvial	Media	Baja	Media	Media	Baja	Baja	Media

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

Capacidad de Acogida:

Con los valores de calidad y fragilidad visuales, se realizó una interacción para identificar la capacidad de acogida. Esta se considera como la capacidad de un territorio para albergar posibles usos y particularmente, el proyecto carretero. Para determinar la capacidad de acogida se realizó un cruce de interacciones entre la calidad y la fragilidad visuales de las unidades y subunidades paisajísticas, donde un cruce de calidad visual baja, con fragilidad visual baja da como resultado un 100% de capacidad de acogida. La base numérica para calcular la capacidad de acogida ecológica se muestra a continuación:

TABLA IV. 81 BASE NUMÉRICA PARA CALCULAR LA CAPACIDAD DE ACOGIDA ECOLÓGICA.

	Fragilidad visual			
	Categoría	Alta	Media	**Baja**
Calidad visual	Alta	1	2	**3**
	Media	2	3	**4**
	Baja	**3**	**4**	**5**

Fuente: RAMOS ET AL 1980.

TABLA IV. 82 AGRUPACIÓN DE LA CAPACIDAD DE ACOGIDA ECOLÓGICA.

Ponderación paisajística	Categoría	Descripción
1	Baja capacidad de acogida o sensibilidad alta al cambio	Zona de alta calidad y fragilidad, cuya conservación resulta prioritaria.
2	Baja a moderada capacidad de acogida ecológica o sensibilidad media al cambio	Zona de alta calidad y baja o moderada fragilidad, aptas en principio para la promoción de actividades que requieran calidad paisajística o causen impactos de baja ponderación en el paisaje.
3	Modera capacidad de acogida ecológica o sensibilidad media	Zona de calidad y fragilidad medias, que puede incorporar obras cuando las circunstancias lo permitan e impactos mitigables.
4	Moderada a mayor capacidad de acogida ecológica o sensibilidad baja al cambio	Zonas de calidad media a baja y fragilidad media baja, que pueden incorporase a la clase 5, cuando sea preciso
5	Mayor capacidad de acogida o sensibilidad baja al cambio	Zonas de calidad y fragilidad bajas, aptas desde el punto de vista paisajístico para la localización de actividades poco gratas o que causen impactos muy fuertes.

Fuente: RAMOS, *ET AL* 1980.

TABLA IV. 83 CAPACIDAD DE ACOGIDA ECOLÓGICA DEL PROYECTO.

	Calidad visual		
Fragilidad visual	Subunidad paisajística	Selva Baja Caducifolia	Paisaje fluvial
	Selva Baja Caducifolia	3	
	Paisaje fluvial		3

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

Del análisis anterior se deriva que potencialmente el proyecto tiene un potencial moderado de capacidad de acogida ecológica, ya que las zonas analizadas recaen en la categoría 3, corresponde a una calidad y fragilidad media, que puede incorporar obras cuando las circunstancias lo permitan e impactos mitigables.

Conforme a la tabla anterior se establece que, en su mayoría, las unidades presentes son aptas para la promoción de actividades que requieran calidad paisajística o causen impactos de baja ponderación en el paisaje, como es el caso del proyecto: **PUENTE VEHICULAR UBICADO EN EL KM 12+616, SOBRE EL CAMINO SANTO DOMINGO YODOHINO – SAN ANDRÉS DINICUITI, CON UNA LONGITUD APROXIMADA DE 30.0 M, MÁS ACCESOS, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.**, ya que éste se encuentra en un camino con erosión moderada. Es decir, que el proyecto se puede calificar como compatible, esto al presentar una moderada - alta capacidad de acogida ecológica.

IV.2.8 Medio socioeconómico

El presente proyecto recae en los limites municipales de San Andrés Dinicuiti, por lo que se realizara la descripción socioeconómica para ambos municipios.

San Andrés Dinicuiti

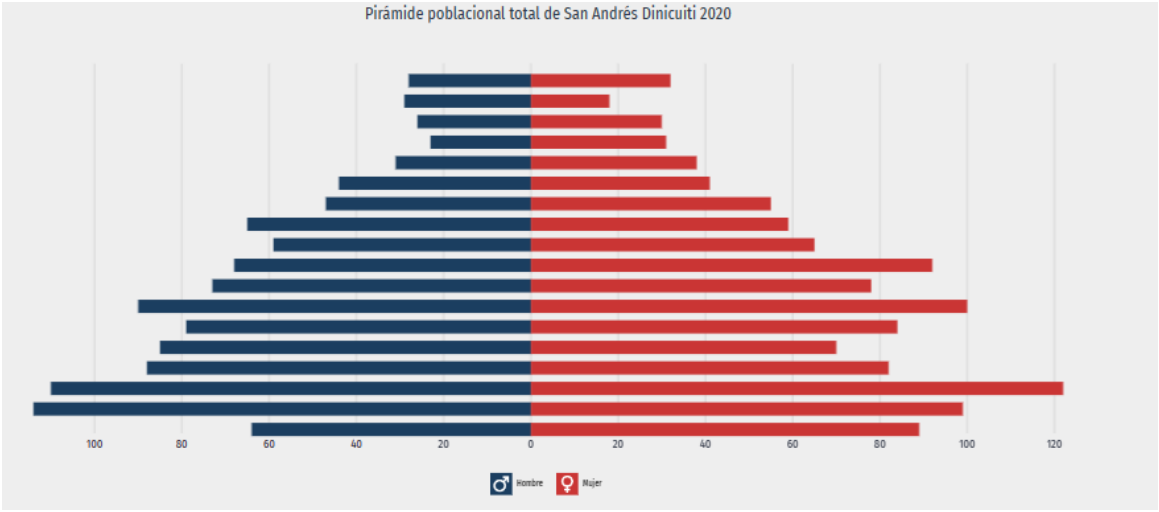
DATOS DEMOGRÁFICOS

La población total de San Andrés Dinicuiti En 2020, la población en San Andrés Dinicuiti fue de 2,308 habitantes (48.7% hombres y 51.3% mujeres). En comparación a 2010, la población en San Andrés Dinicuiti creció un 7.25%.

- Estructura de población por sexo y edad

La población de Pahuatlán se distribuye de la siguiente manera:

GRÁFICA IV. 23 DISTRIBUCIÓN POBLACIONAL POR GRUPO DE EDAD



Fuente: INEGI, 2020

Podemos notar que los rangos que concentraron mayor población fueron 10 a 14 años (232 habitantes), 5 a 9 años (213 habitantes) y 30 a 34 años (190 habitantes). Entre ellos concentraron el 27.5% de la población total.

- Población Indígena

Si bien es difícil conocer con exactitud la localización de comunidades indígenas, es posible conocer la población hablante de alguna lengua indígena, una característica estrechamente relacionada con la presencia de alguna comunidad, este dato se obtuvo de las estadísticas presentadas por el INEGI en el Censo de Población y Vivienda 2020.

Una vez realizado este análisis se llegó a los siguientes resultados:

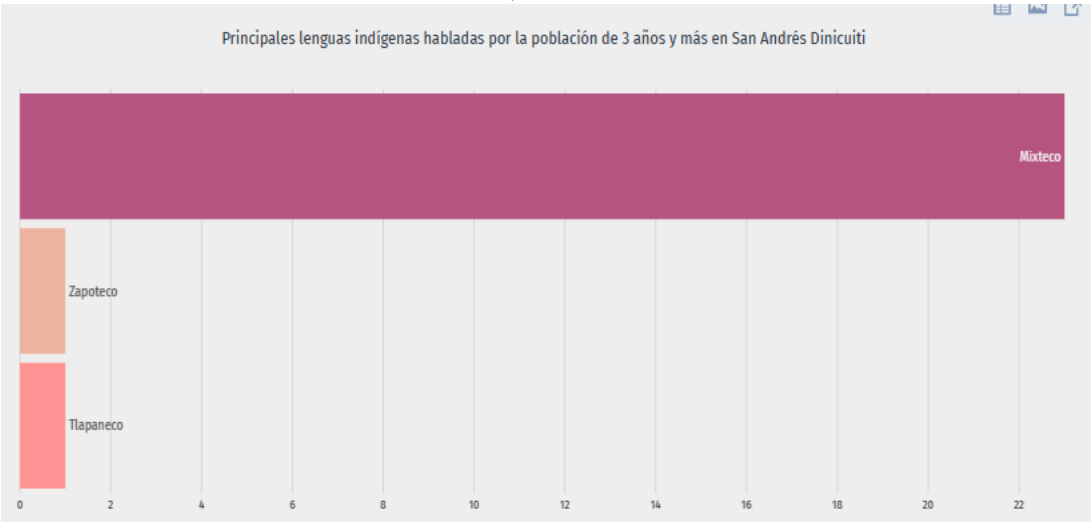
TABLA IV. 84 ETNICIDAD EN EL MUNICIPIO DE SAN ANDRÉS DINICUITI

Indicadores	Número de habitantes
Población de 3 años y más que habla alguna lengua indígena	25
Población de 3 años y más que habla alguna lengua indígena y no habla español	0
Población de 3 años y más que habla alguna lengua indígena y además hablan español	25
Población de 5 años y más que habla alguna lengua indígena	25
Total de personas que formas hogares censales donde la persona de referencia del hogar o su cónyuge o alguno de los ascendientes de estos, declararon hablar lengua indígena	90

Fuente: INEGI, 2020

En el municipio de San Andrés Dinicuiti se tiene una amplia presencia de población), Las lenguas indígenas más habladas fueron Mixteco (23 habitantes), Zapoteco (1 habitantes) y Tlapaneco (1 habitantes).

GRÁFICA IV. 24 POBLACIÓN QUE HABLA ALGUNA LENGUA INDÍGENA



Fuente: INEGI, 2020

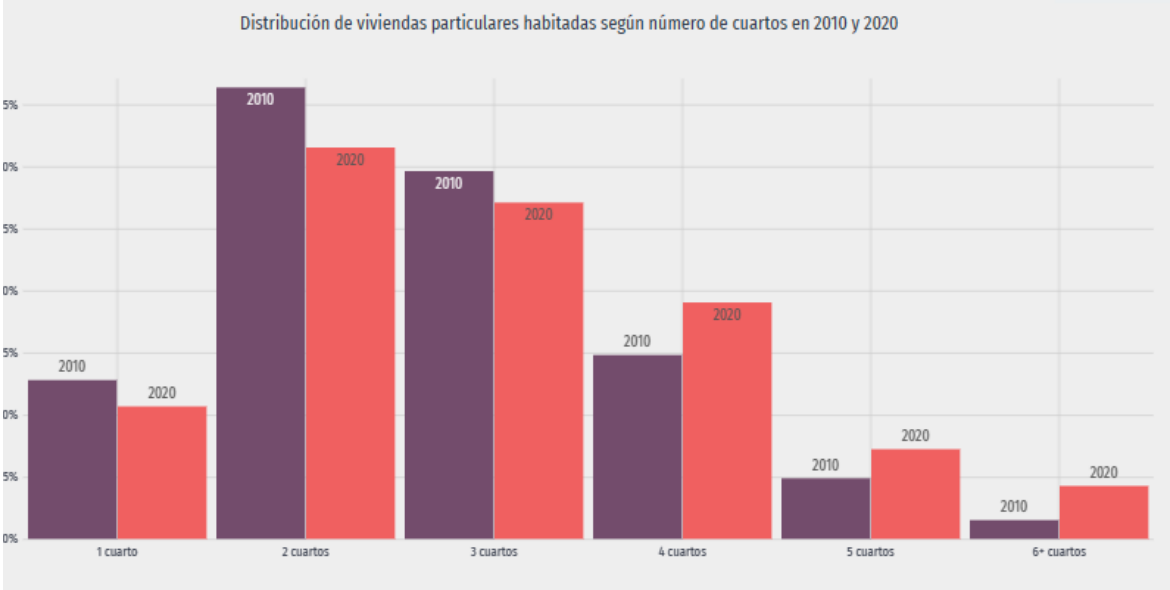
El CENSO 2020 fue el primer censo en considerar a las personas que se identificarán como afrodescendientes, esta inclusión es con la finalidad de dar una mayor visibilidad a esta población en nuestro país con el fin de trabajar cuestiones de discriminación racial, en este casó dentro del área de amortiguamiento del proyecto, 51 personas se identificaron como afrodescendientes.

VIVIENDA

El municipio de San Andrés Dinicuiti de acuerdo con el CENSO 2020, particulares habitados contaba con 2 y 3 cuartos, 31.5% y 27.1%, respectivamente.

En el mismo periodo, destacan de las viviendas particulares habitadas con 1 y 2 dormitorios, 43.2% y 38.8%, respectivamente.

GRÁFICA IV. 25 DISTRIBUCIÓN DE VIVIENDAS



Fuente: INEGI, 2020

INFRAESTRUCTURA

Agua potable

Según los datos del CENSO 2020 de INEGI, que las viviendas tienen disponibilidad de agua entubada dentro de la vivienda o sólo en el patio o terreno donde se encuentran, de las cuales 606 están conectadas al servicio público de agua, en contrapunto encontramos 4 viviendas que no tienen disponibilidad de agua entubada

Electrificación

En el municipio se encuentra 609 viviendas en total que cuentan con servicio de electricidad, de manera complementaria 2 viviendas dijeron no contar con servicio de electricidad. Muchas de estas debido a que se encuentran en lugares donde no se ha establecido una extensión de la red eléctrica de la CFE.

EDUCACION

De acuerdo con el CENSO 2020 tenemos que hay 24 personas de entre 3 y 5 años que no van a la escuela de las cuales 14 son mujeres y 10 son hombres.8 personas de entre 6 y 11 años no van a la escuela, 12 personas para el rango de edad de 12 a 14 años, en contra punto hay 86 para personas de entre 15 y 17 años y 39 de entre 18 y 24 años que van a la escuela.

En el tema de analfabetismo, hay 24 personas entre 8 y 14 años que no saben ni leer ni escribir un recado, y 0 mayores a 15 años en estas mismas condiciones.

La escolaridad máxima para una persona mayor de 15 años se distribuye de la siguiente manera:

EMPLEO

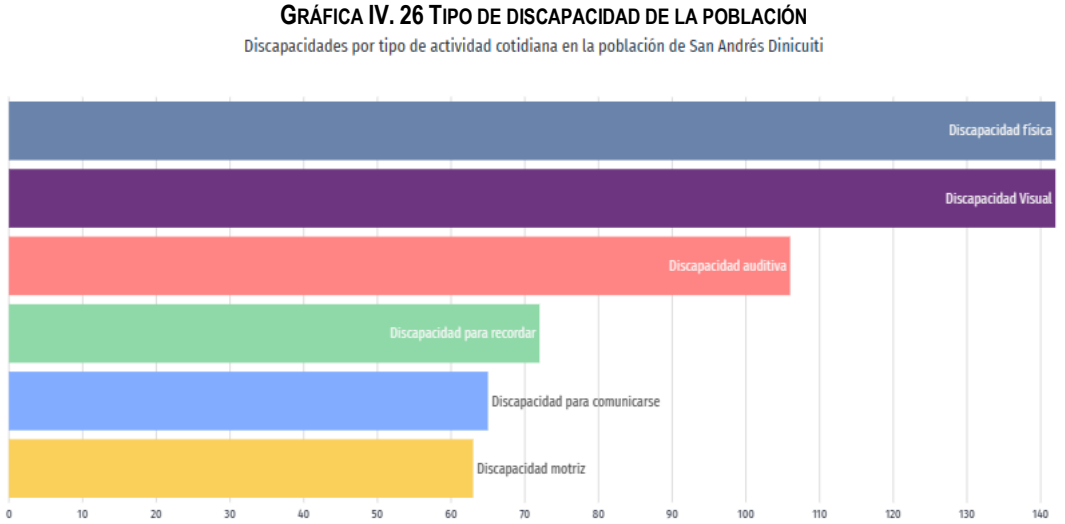
Respecto a las personas en una edad económicamente activa podemos encontrar lo siguiente, hay 756 personas que trabajaron, tenían trabajo, pero no asistieron o buscaron trabajo en la semana de referencia determinada por INEGI, adicionalmente hay 756 personas jubiladas o pensionadas, estudiantes, dedicadas a los quehaceres del hogar, están incapacitadas permanentemente para trabajar o no trabajan o no trabajan. Finalmente hay 658 personas que no tenían un trabajo pero que se encontraban buscando trabajo en la semana de referencia.

- SALUD

En el municipio hay 759 personas que no se encuentran afiliadas a servicios médicos en ninguna institución pública o privada. Y 1549 que si se encuentran estas afiliaciones se desglosan de la siguiente manera; 167 personas están afiliadas al IMSS, 58 al ISSSTE, 0 al ISSSTE Estatal, 2 servicios médicos en PEMEX, Defensa o Marina 9 al Instituto de salud para el Bienestar, 98 al IMSS-BIENESTAR, 0 a instituciones de salud privadas y 88 indicaron afiliación a servicios de salud en otra institución,

Las principales discapacidades presentes en la población de San Andrés Dinicuiti son las del tipo físico (142 personas), seguido por la discapacidad visual (142 personas) y la discapacidad motriz 106 personas). En la siguiente figura se puede apreciar la distribución de estas discapacidades.

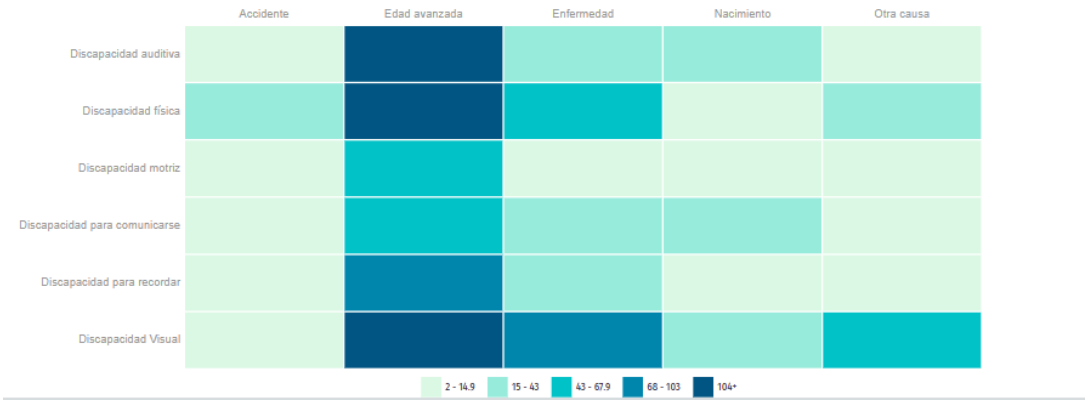
GRÁFICA IV. 26 TIPO DE DISCAPACIDAD DE LA POBLACIÓN



Fuente: INEGI, 2020

Las causas de las discapacidades se mientras a continuación:

GRÁFICA IV. 27 CAUSAS U ORÍGENES DE LAS DISCAPACIDADES PRESENTES EN LA POBLACIÓN



Fuente: INEGI, 2020

- RELIGIÓN

En el tema religioso podemos encontrar 2137 personas que tienen como creencia o preferencia espiritual la religión católica; 96 personas se identificaron como parte del grupo protestante/cristiano evangélico; 0 personas con creencias religiosas diferentes a las anteriores y finalmente 74personas declararon no tener religión o no estar adscrita en alguna.

IV.3. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

Dar una evaluación del estado que actualmente guarda la calidad ambiental del Sistema Ambiental del trazo del proyecto. Asimismo, se describe la escala ordinal de uno a nueve para cada indicador donde el uno (1) corresponde a una calidad extremadamente baja y el nueve (9) a una calidad ambiental muy alta.

IV.3.1 Medio abiótico

IV.3.1.1. Aire

A continuación, se presentan los criterios de evaluación considerados como referencia estimada para otorgar una calificación a cada unidad de paisaje.

- **Aire.** Emisiones de gases: este indicador se basa en la calidad del aire tomando como parámetro la NOM-041-SEMARNAT-2006 que establece los límites máximos permisibles de emisiones de gases contaminantes provenientes de los escapes de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible, enfocado a la zona de estudio.
  Emisión de polvos: Este indicador se basa en la emisión de partículas de polvo suspendidas por las actividades realizadas durante el proyecto, como el desmonte, despalme, acarreo de materiales, etc. Los rangos de evaluación se establecieron de acuerdo con el grado de emisión de partículas que puede levantar un vehículo o maquinaría al paso o por la carga, descarga, transporte de materiales, por lo que la evaluación se sitúa desde la nula visibilidad provocada por la alta concentración de partículas, hasta la presencia de aire puro, sin influencia de emisión de partículas por actividad antrópica o natural.

El criterio utilizado para evaluar el aire se presenta en la siguiente tabla, en donde los valores mayores indican una mejor calidad ambiental, en tanto que los valores menores señalan una menor calidad ambiental. En el proyecto existe una calidad (4) moderada.

TABLA IV. 85 PONDERACIÓN DEL AIRE

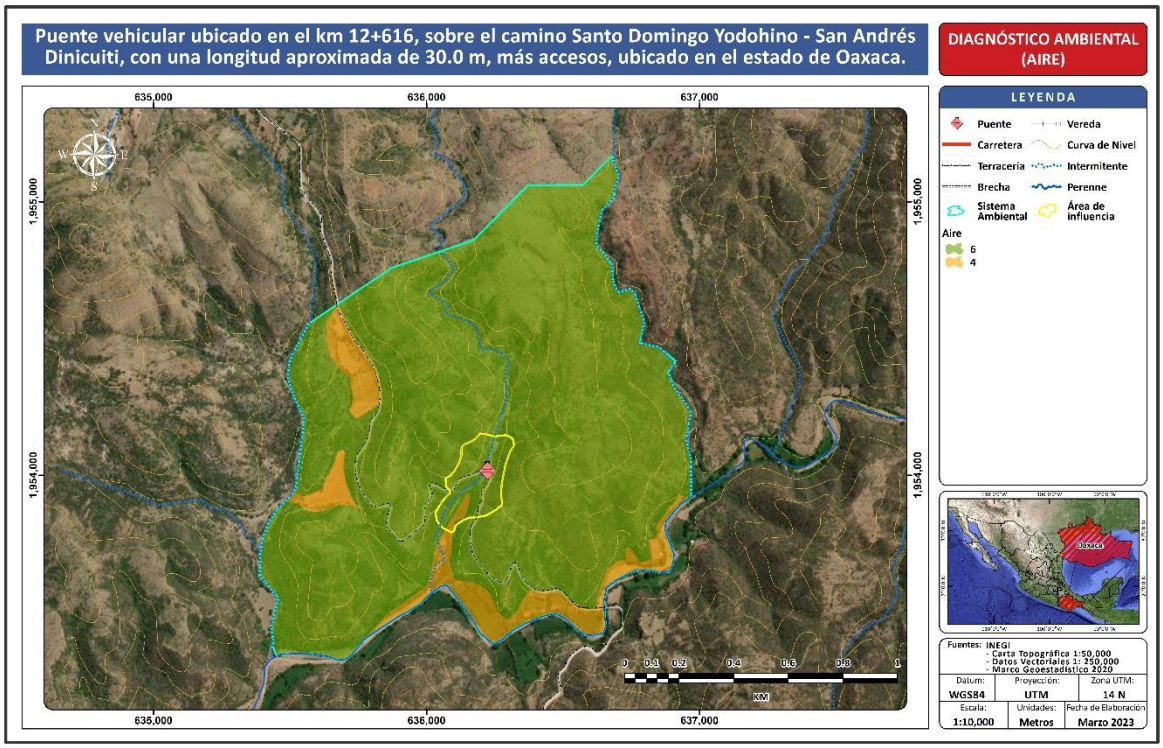
Escala de evaluación	Valor	Emisión de gases	Emisión de polvos
Degradado	1	Emisión de gases todo el tiempo con abundante tránsito de vehículos y actividades antrópicas constantes	Nula visibilidad
Muy mala	2	Emisión de gases por más de 12 horas continúas con abundante tránsito de vehículos y actividades antrópicas.	Poca visibilidad la mayor parte del tiempo
Mala	3	Emisión de gases por tránsito de vehículos en horarios pico, acompañado de actividades antrópicas	Poca visibilidad en horarios pico
Moderada	4	Emisión de gases en ocasiones eventuales ya sea por vehículos o actividades antrópicas.	Poca visibilidad en al menos 2 ocasiones durante el día
Regular/modificado	5	Emisión de gases en ocasiones eventuales ya sea por vehículos o actividades antrópicas.	Poca visibilidad en ocasiones eventuales (temporales)
Aceptable/modificado	6	Hay emisiones bajas de vehículos y antrópicas en varios puntos de la zona de estudio	Hay liberación de partículas en varios puntos
Buena	7	Aire aceptable, emisiones de vehículos y antrópicas incipientes y aisladas, en algunas zonas del proyecto	Aire aceptable, emisiones de partículas incipientes y aisladas, polvo en estiaje
Muy buena	8	Aire puro, muy poca influencia de emisiones derivadas del tránsito de vehículos y actividad antrópica	Aire puro, muy pocas emisiones de partículas derivadas de actividad antrópica o natural, aún en estiaje

Sin perturbación	9	Aire puro, sin influencia de emisiones por tránsito de vehículos o actividad antrópica	Aire puro, sin influencia de emisiones de partículas por actividad antrópica

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

Los caminos tipo brecha y vereda en la Selva Baja Caducifolia, presentan ponderaciones igual a **4 (moderada)** y **6 (aceptable/modificado)**, esto debido a que se trata de zonas con eventual y/o bajo movimiento de vehículos automotores en el caso de las infraestructuras viales pero que a pesar de ello puede llegar a incrementar el CO_2 en la zona.

IMAGEN IV. 52 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DEL SISTEMA AMBIENTAL (AIRE).



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

IV.3.1.2. Suelo

En todos los proyectos de construcción de una infraestructura, el elemento suelo, siempre es unos de los más impactados, ya que su calidad se ve comprometida. Por lo anterior, se considera que este elemento es un buen indicador para modelar los escenarios.

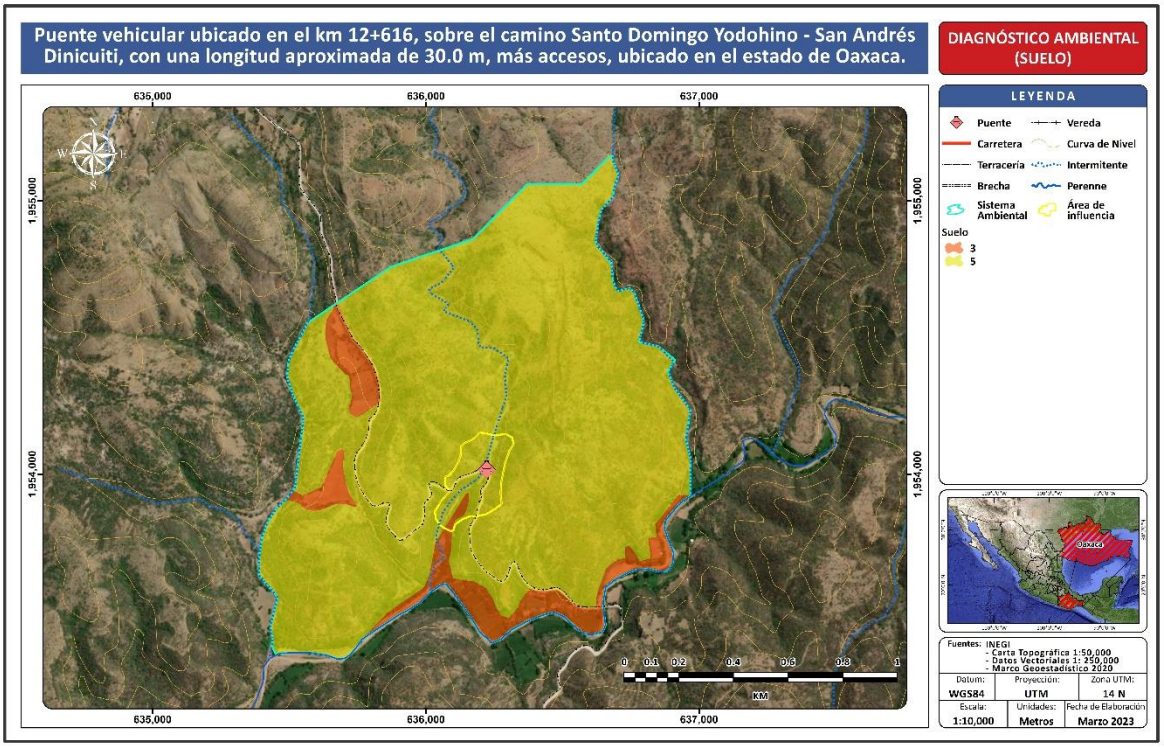
El criterio utilizado para evaluar el factor suelo se presenta en la siguiente tabla, en donde los valores mayores indican una mejor calidad ambiental.

TABLA IV. 86 DESCRIPCIÓN DE LOS VALORES DE PONDERACIÓN PARA EL COMPONENTE SUELO.

ESCALA DE EVALUACIÓN	VALOR	EROSIÓN
Degradado	1	Erosión severa (ES): superficies extensas donde el material parental está totalmente expuesto y es evidente la presencia de cárcavas de 1 m o más de ancho. Estas áreas están totalmente desprovistas de vegetación
Muy mala	2	Erosión severa (ES): áreas donde el material parental está totalmente expuesto y es evidente la presencia de erosión en cárcavas de 1 m o más de ancho. Estas áreas están desprovistas de vegetación, excepto en relicto
Mala	3	Erosión severa (ES): áreas desnudas de vegetación donde el material parental está expuesto y es evidente la presencia de cárcavas de 1 m o menos. Estas áreas están desprovistas de vegetación, excepto en relictos donde se conserva vegetación natural
Moderada	4	Erosión media (EM): áreas con escasa cobertura vegetal, pastizales, matorrales o bosques muy abiertos. El suelo mineral es somero y está expuesto. En partes el material parental (rocas o tepetate) está parcialmente expuesto. No se observan cárcavas mayores a 1 m, aunque sí erosión en canalillos, laminar u eólica.
Regular/modificado	5	Erosión media (EM): áreas con escasa cobertura vegetal, pastizales, matorrales o bosques muy abiertos. El suelo mineral es somero y está expuesto. En partes el material parental (rocas o tepetate) está parcialmente expuesto. No se observan cárcavas mayores a 50 cm, aunque sí erosión de tipo laminar, en canalillos u eólica.
Aceptable/modificado	6	Erosión incipiente (EL): áreas con cobertura vegetal arbustiva, herbácea y a veces arbórea en dónde se aprecia muy poca pérdida de suelo por el efecto del agua y el aire, en consecuencia, el suelo mineral no está expuesto. Aunque en ocasiones el suelo mineral está expuesto éste se mantiene en su sitio por el efecto de la vegetación
Buena	7	Erosión incipiente (EL): áreas con cobertura vegetal arbustiva, herbácea y a veces arbórea en dónde se aprecia muy poca pérdida de suelo por el efecto del agua y el aire, en consecuencia, el suelo mineral no está expuesto. Aunque en ocasiones el suelo mineral está expuesto éste se mantiene en su sitio por el efecto de la vegetación
Muy buena	8	Áreas con erosión mínima (NE): Esta categoría incluye áreas agrícolas con pendientes menores de 5%, o bien, con vegetación forestal suficientemente densa como para evitar algún grado de erosión
Sin perturbación	**9**	Áreas sin erosión (NE): Esta categoría incluye áreas agrícolas con pendientes menores de 5%, o bien, con vegetación forestal suficientemente densa como para evitar algún grado de erosión

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

IMAGEN IV. 53 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DEL SISTEMA AMBIENTAL (COMPONENTE SUELO).



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

En el Sistema Ambiental y en el Área del Proyecto, el componente suelo presenta **Erosión mala (3)** en su menor extensión, así como **Erosión media (5)** en su mayor parte. Particularmente en el área del proyecto, la calidad del suelo se considera media; en este sentido, se detectó un suelo somero y expuesto, además de reducción de vegetación. Asimismo, la presencia de cobertura vegetal corresponde a Selva Baja Caducifolia, donde se presentan áreas desprovistas de vegetación, degradadas y con pérdida de fertilidad. Aunado a esto, las modificaciones producidas en el suelo a lo largo del tiempo ocasionado por el uso de actividades antropogénicas que se le ha dado a la tierra, puede propiciar salinización y alcalinización.

IV.3.1.3. Hidrología

Capacidad de infiltración: la evaluación se realizó mediante factores que afectan la capacidad de infiltración como: entrada en la superficie; transmisión a través del suelo; agotamiento de la capacidad de almacenaje del suelo; características del medio permeable; características del flujo, además de la presencia de vegetación y azolvamiento.

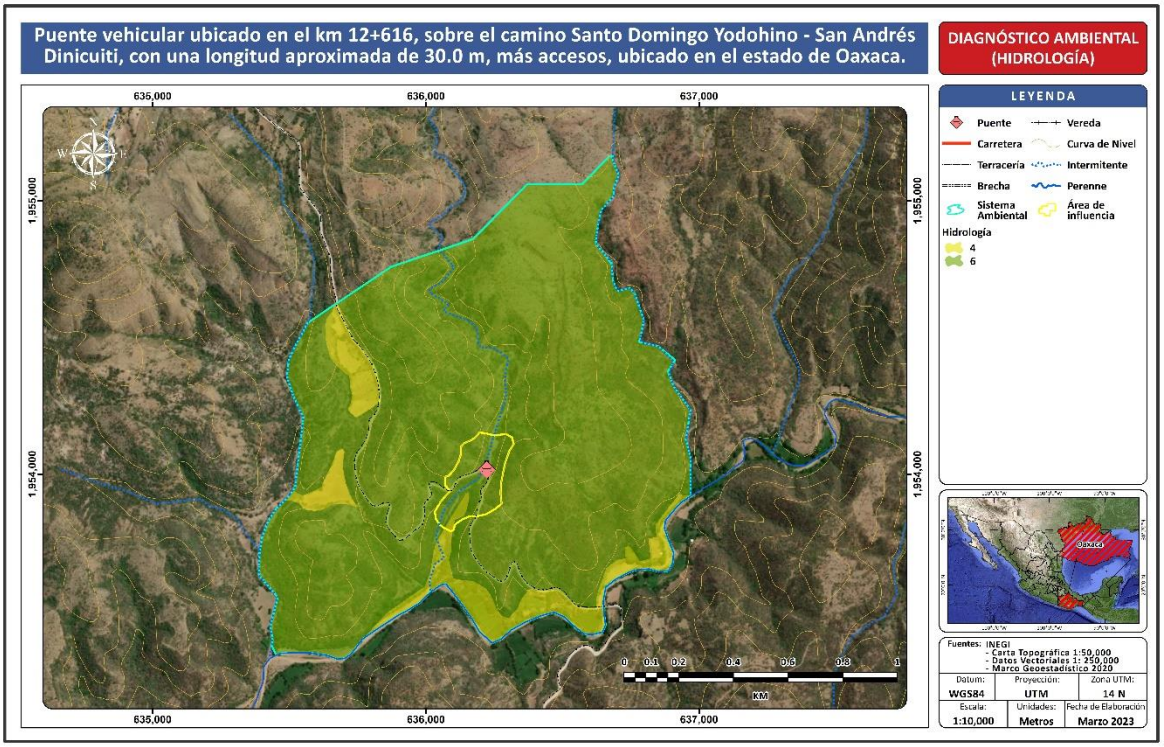
El criterio utilizado para evaluar la hidrología se presenta en la siguiente tabla, en donde los valores mayores indican una mejor calidad ambiental.

TABLA IV. 87 DESCRIPCIÓN DE LOS VALORES DE PONDERACIÓN PARA EL COMPONENTE HIDROLOGÍA.

Degradado	1	Capacidad de infiltración nula, por falta de suelo; presencia de escurrimientos por estratos endurecidos o roca superficial. Sin retención de agua.
Muy mala	2	Capacidad de infiltración nula, presencia de escurrimientos por estratos endurecidos o roca superficial. Sin retención de agua
Mala	3	Capacidad de infiltración escasa en partículas de suelo acumulado; presencia de escurrimientos por estratos endurecidos o roca continua. Escasa retención de agua.
Moderada	4	Infiltración insuficiente por el horizonte de suelo existente. Pérdida de la infiltración por escorrentía. Poca capacidad de retención.
Regular/modificado	5	Infiltración limitada por el horizonte de suelo existente. Pérdida de la infiltración por evaporación. Poca capacidad de retención. Escaso aprovechamiento del agua retenida por la reducida cobertura vegetal
Aceptable/modificado	6	Infiltración limitada por el horizonte de suelo existente. Pérdida de la infiltración por evaporación o interceptación neta de la vegetación. Poca capacidad de retención. Aprovechamiento del agua retenida por la vegetación
Buena	7	Infiltración buena, algunos poros se encuentran saturados con agua, la capacidad de infiltración mejora; la infiltración se hará en función de la permeabilidad de los estratos inferiores. La retención de agua es buena suficiente para la vegetación y otros procesos
Muy buena	8	Infiltración eficiente, gran parte de los poros del suelo se encuentran saturados de agua, la permeabilidad de los estratos inferiores se optimiza, por lo tanto, la infiltración alcanza mayor profundidad. La retención de agua es más eficiente y suficiente para abastecer al manto freático y a la vegetación por periodos de tiempo más largos aún en época de estiaje. Hay mayor capacidad de retención de agua por la vegetación
Sin perturbación	**9**	Máxima capacidad de infiltración (velocidad máxima con que el agua penetra en el suelo). Agua en abundancia para mantener el manto freático al máximo y los ciclos biogeoquímicos

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2022.

IMAGEN IV. 54 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DEL SISTEMA AMBIENTAL (COMPONENTE HIDROLOGÍA).



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

En todo el Sistema Ambiental existe presencia de Selva Baja Caducifolia, siendo un ecosistema bajo fuerte presión por actividades humanas. Aunado a esto, la calidad del suelo existente se cataloga como **Moderada (4)** y **Aceptable/ Modificado (6)**, es decir, en mayor parte la infiltración es limitada por el horizonte del suelo y la evaporación, además de poca capacidad de retención, sin embargo, se tiene un aprovechamiento del agua retenida por la vegetación. Mientras que en menor cantidad la infiltración es insuficiente por el horizonte del suelo, teniendo una baja capacidad de retención. La implementación del proyecto en cuestión plantea con sus actividades, desarrollar acciones de protección, mitigación y compensación al área del proyecto y su zona de influencia.

IV.3.1.4. Geomorfología

***Intemperismo del material parental*:** este indicador se evaluará de manera porcentual de acuerdo con la intemperización o exposición del material parental, tomando en cuenta el tipo, tamaño y grado de su estructura lábil. Con la explicación previa se designaron valores a determinadas áreas con las siguientes características:

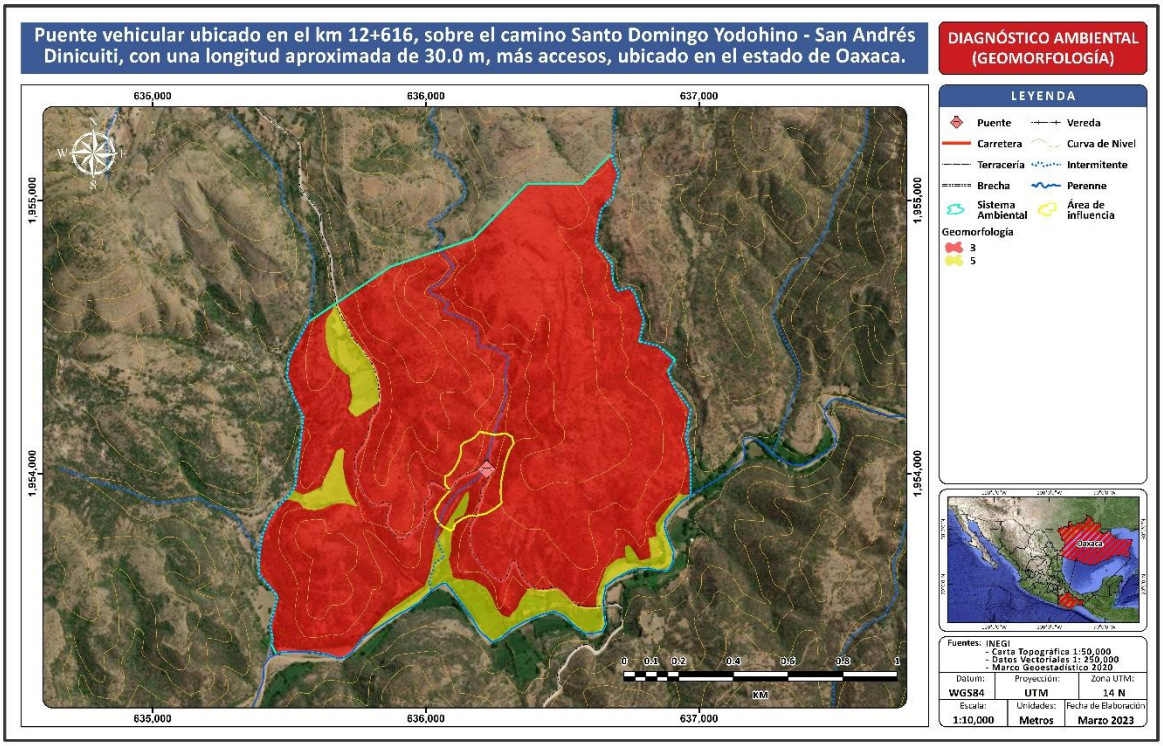
TABLA IV. 88 PONDERACIÓN DE LA GEOMORFOLOGÍA.

Degradado	1	Roca expuesta: estructura angular a prismática, grande, fuerte. Textura y mineralogía primarias fácilmente reconocibles en muestra de mano
Muy mala	2	Poco intemperizada: Estructura original reconocible, cambios de color incipientes en matriz y minerales
Mala	3	Ligeramente intemperizado: incremento en la densidad de fracturamiento y alteración de minerales originales
Moderada	4	Ligeramente intemperizado: incremento en la densidad de fracturamiento y alteración de minerales originales, pérdida de cohesión en la roca
Regular/modificado	5	Moderadamente intemperizado: roca parcialmente transformada en suelo, roca > suelo

Aceptable/modificado	6	Fuertemente intemperizado: roca parcialmente transformada en suelo, suelo > roca
Buena	7	Completamente intemperizado: suelo incipiente, algunos remanentes de estructuras primarias
Muy buena	8	Formación de suelo: algo de contenido orgánico y pérdida total de textura y mineralogía primaria del material parental
Sin perturbación	**9**	**Formación de suelo: algo de contenido orgánico y pérdida total de textura y mineralogía primaria del material parental**

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

IMAGEN IV. 55 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DEL SISTEMA AMBIENTAL (COMPONENTE GEOMORFOLOGÍA).



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

En lo que se refiere a la geomorfología en el SA coinciden con las zonas de Selva Baja Caducifolia con una ponderación **3 (Mala)** y **5 (*Regular / modificado*)**, donde en la mayor parte del Sistema Ambiental hay una alteración en los minerales originales, mientras que en el resto existe roca parcialmente transformada en suelo.

IV. 3.2 Componentes bióticos

IV 3.2.1. Vegetación

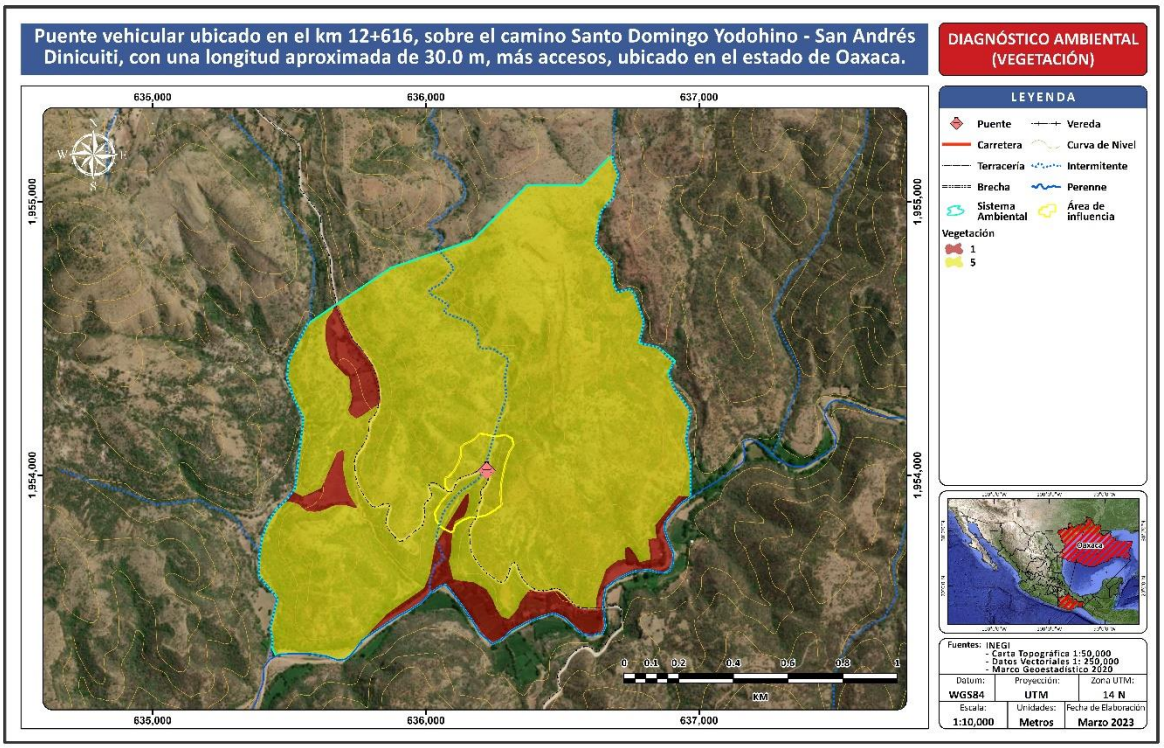
El efecto principal que conlleva la eliminación de la cobertura vegetal en los sitios es la fragmentación del hábitat, lo que provoca efectos de borde y altera la estructura y las funciones originales del ecosistema. De manera indirecta la poca cobertura vegetal elimina las fuentes de alimentación y refugio de la fauna que habita en el ecosistema.

TABLA IV. 89. PONDERACIÓN DE LA VEGETACIÓN.

ESCALA DE EVALUACIÓN	ESCALA	% DE COBERTURA VEGETAL EN EL POLÍGONO
Degradado	1	0 al 30 % de cobertura vegetal presente en el polígono
Bajo estado conservación	3	30 al 50 % de cobertura vegetal presente en el polígono o se trata de localidades, caminos o carreteras.
Regular/modificado	5	50 al 70 % de cobertura vegetal presente en el polígono o se trata de zonas de agricultura o pastizales inducidos por actividad antrópica
Buena	7	70 al 95 % de cobertura vegetal presente en el polígono. Vegetación herbácea y arbustiva sin perturbación
Sin perturbación	9	95 al 100% de cobertura vegetal presente en el polígono. Mayor cobertura vegetal, sin perturbación

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2022.

IMAGEN IV. 56 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DEL SISTEMA AMBIENTAL (COMPONENTE VEGETACIÓN).



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

La vegetación presente en el VSa corresponde a la Selva Baja Caducifolia con puntuación equivalente en su mayor extensión a **5 (Regular/modificado)**, mientras que en el resto es equivalente a **1 (Degradado)**. Por lo

tanto, se observa la existencia de actividades antrópicas que han generado una disminución en la cobertura de la vegetación afectando de manera indirecta, a la fauna ocurrente del SA.

IV.3.2.2. Fauna

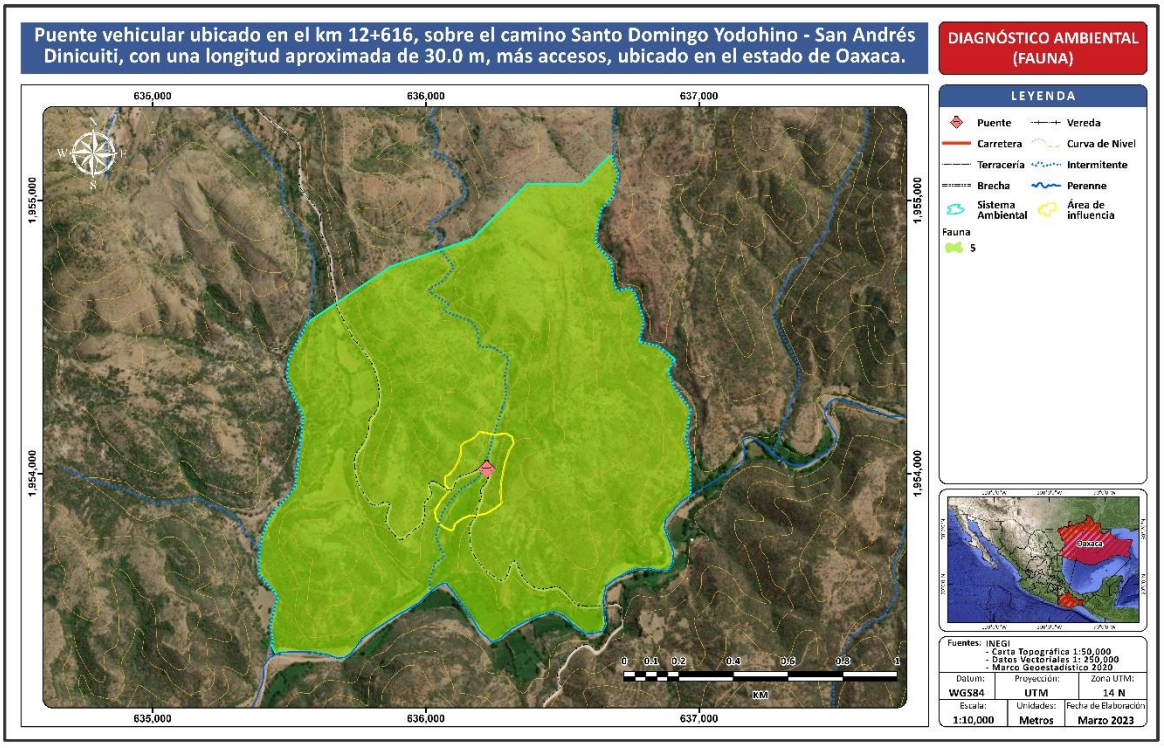
Para determinar la calidad ambiental de los sitios que serán afectados por el trazo del proyecto, se tomarán en cuenta el índice de diversidad de especies (Shannon-Wiener), el cual engloba riqueza y abundancia de las especies. Sin embargo, ya que los recursos no se encuentran distribuidos de manera homogénea en los hábitats, sino que existen diferencias tanto en la composición, estructura y calidad del hábitat, en la distribución espacial y temporal de los recursos como el agua, alimento, áreas de reproducción o refugio. Estas diferencias micro ambientales tienen su efecto en una desigual distribución de la fauna, la cual estará presente o será más abundante en los sitios más propicios, mientras que los animales evitarán aquellos que no cumplen con un mínimo de condiciones y recursos, por ejemplo, para construir madrigueras o nidos, que posean alimento cercano o le brinden protección contra sus depredadores.

TABLA IV. 90 PONDERACIÓN DE LA FAUNA.

ESCALAS DE EVALUACIÓN	VALOR	ÍNDICE DE SHANNON
Mala	3	Valores entre 1 y 1.99 indican que son sitios con una diversidad biológica baja
Moderada	5	Valores entre 2 y 2.99 indican que son sitios con una diversidad biológica media
Buena	7	Valores entre 3 y 3.4 indican que son sitios con una diversidad biológica alta
Muy buena	9	Valores > 3.5 indican que se trata de sitios con una diversidad biológica muy alta

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2022.

IMAGEN IV. 57 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DEL SISTEMA AMBIENTAL (COMPONENTE FAUNA).



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

Para el caso del factor fauna se tiene que en la Selva Baja Caducifolia se presenta una ponderación **5 (Moderada),** con una diversidad biológica media. Por lo tanto, no se encontraron variaciones significativas en cuanto a la riqueza y abundancia de las especies ocurrentes dentro del Sistema Ambiental.

IV 3.2.3. Presencia antrópica.

Los elementos relacionados con el medio socioeconómico considerados para la evaluación de la calidad ambiental son las vías de comunicación y asentamientos humanos; las vías de comunicación han sido consideradas por los efectos directos e indirectos que producen, como la eliminación de franjas del matorral, además que algunos tipos de vías proporcionan acceso a la colonización sobre terrenos no aptos para el desarrollo de asentamientos.

Los asentamientos humanos se consideraron dentro de la calidad ambiental también en dos tipos, Localidades rurales y Localidades urbanas; las localidades urbanas son aquellas que concentran más de 2,500 habitantes; cabe señalar que su extensión territorial y la concentración de población tiene que ver de manera directa con el grado de modificación que ha sufrido el medio natural inmediato a dichas zonas.

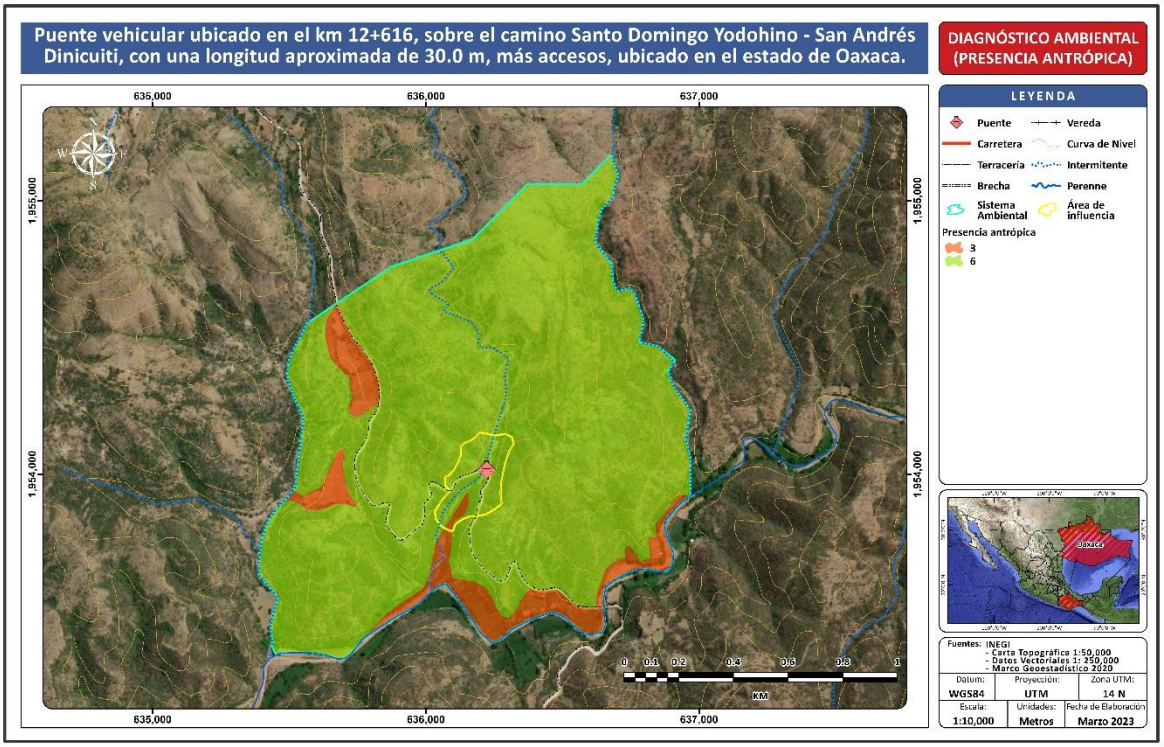
TABLA IV. 91 PONDERACIÓN DE LA PRESENCIA ANTRÓPICA.

RANGOS		VIALIDADES	ASENTAMIENTOS HUMANOS
ESCALA DE EVALUACIÓN	VALOR	POR TIPO DE VIALIDAD	PRESENCIA DE LOCALIDADES URBANAS Y/O RURALES
9	Sin perturbación	Cuando no existen vías de comunicación	Sin presencia de asentamientos humanos
6	Buena	Cuando únicamente hay terracería, brechas y veredas o cuando predominan carreteras.	Con presencia de asentamientos humanos de tipo rural (es decir con menos de 2500 habitantes)
3	Moderada	Cuando predominan vías de segundo orden, brechas y veredas.	Con presencia de asentamientos humanos de tipo urbano (es decir con más de 2500 habitantes)
1	Aceptable/modificado	Cuando predominan vías tercer orden, pavimentadas y terracerías dentro del polígono.	Con presencia de asentamientos humanos de tipo urbano y rural.

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

En la imagen siguiente podemos ver que la superficie del Sistema Ambiental presenta una ponderación **3 (Moderada)** y en su mayor extensión **6 (Buena)** refiriéndose a la presencia antrópica. Por lo que, los asentamientos humanos son de tipo rural con una predominancia de carreteras de terracería, brechas y veredas.

IMAGEN IV. 58 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DEL SISTEMA AMBIENTAL (COMPONENTE PRESENCIA ANTRÓPICA).



FUENTE: SECIRA S.A. DE C.V., 2023.

ÍNDICE GENERAL

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES. 3
V.1 MÉTODOS PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES 4
V.1.1. JUSTIFICACIÓN DE LAS METODOLOGÍAS SELECCIONADAS 5
V.1.2 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES 6
V.1.3. CRITERIOS Y METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN 41
V.2. EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 43
V.2.1. ANÁLISIS DE IMPACTOS AMBIENTALES PONDERADOS 45
V.2.3 SELECCIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS SIGNIFICATIVOS 60
V.3. INDICADORES DE IMPACTO. 66
V.4. CONCLUSIONES 70

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA V. 1 CRITERIOS DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL 6
TABLA V. 2 CLASIFICACIÓN DE LOS GRADOS DE SENSIBILIDAD 8
TABLA V. 3 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD PARA LA LÍNEA BASE DEL PROYECTO 9
TABLA V. 4 IMPACTOS ACTUALES IDENTIFICADOS EN EL SA 14
TABLA V. 5 LISTA DE CHEQUEO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS DEL PROYECTO POR ETAPA 18
TABLA V. 6 RESUMEN DE RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LA LISTA DE VERIFICACIÓN 19
TABLA V. 7 FACTORES Y ATRIBUTOS DEL MEDIO FÍSICO Y BIÓTICO CONSIDERADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA MATRIZ DE INTERACCIÓN DE IMPACTOS DEL PROYECTO DEL CAMINO. 24
TABLA V. 8 MATRIZ DE PARA LA IDENTIFICACIÓN DE INTERACCIONES 32
TABLA V. 9 MATRIZ DE CRIBADO APLICADA DONDE SE INDICA MAGNITUD E INTENSIDAD DE CADA IMPACTO. 33
TABLA V. 10 CÓDIGO DE COLORES PARA DIFERENCIAR IMPACTOS AMBIENTALES PRESENTADOS EN LA MATRIZ. 34
TABLA V. 11 MATRIZ DESCRIPTIVA DE LOS IMPACTOS IDENTIFICADOS 35
TABLA V. 12 VALORES DEL ÍNDICE DE INCIDENCIA PARA LA VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES. 41
TABLA V. 13 SIGNIFICANCIA DE IMPACTOS AMBIENTALES 42
TABLA V. 14 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS 44
TABLA V. 15 RESUMEN DEL IMPACTO TOTAL DEL PROYECTO. 48
TABLA V. 16 MAGNITUD E IMPORTANCIA DE LAS INTERACCIONES EN LA ETAPA DE PREPARACIÓN 50
TABLA V. 17 MAGNITUD E IMPORTANCIA DE LAS INTERACCIONES EN LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN 52
TABLA V. 18 MAGNITUD E IMPORTANCIA DE LAS INTERACCIONES EN LA ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO 55
TABLA V. 19 CLASIFICACIÓN DE LA PONDERACIÓN DE LOS IMPACTOS 57
TABLA V. 20 CATEGORÍAS DE LOS IMPACTOS EVALUADOS CON EL ÍNDICE DE INCIDENCIA (IVN). 60
TABLA V. 21 JERARQUIZACIÓN DE LOS IMPACTOS NEGATIVOS 60
TABLA V. 22 PORCENTAJE DE ACUMULACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS 61
TABLA V. 23 DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS CON MAYOR SIGNIFICANCIA 62
TABLA V. 24 CATEGORÍAS DE LOS IMPACTOS EVALUADOS CON EL ÍNDICE DE INCIDENCIA (IVN). 64
TABLA V. 25 JERARQUIZACIÓN DE LOS IMPACTOS POSITIVOS 64
TABLA V. 26 PORCENTAJE DE ACUMULACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES POSITIVOS 64
TABLA V. 27 DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES POSITIVOS QUE GENERARAN LAS ACTIVIDADES CON MAYOR ACUMULACIÓN. 65
TABLA V. 28 INDICADORES PARA EL SEGUIMIENTO DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES DERIVADOS DEL PROYECTO 67
TABLA V. 29 CUANTIFICACIÓN Y SEGUIMIENTO DE LOS INDICADORES DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO. 68

ÍNDICE DE GRÁFICAS

GRÁFICA V. 1 NÚMERO Y TIPO DE IMPACTOS POR ETAPA DEL PROYECTO 49
GRÁFICA V. 2 ACUMULACIÓN NEGATIVA DE MAGNITUD E IMPORTANCIA DE LOS IMPACTOS POR ATRIBUTO AMBIENTAL EN LA ETAPA DE PREPARACIÓN 51
GRÁFICA V. 3 ACUMULACIÓN NEGATIVA DE MAGNITUD E IMPORTANCIA DE LOS IMPACTOS POR ATRIBUTO AMBIENTAL EN LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN 53
GRÁFICA V. 4 ACUMULACIÓN POSITIVA DE MAGNITUD E IMPORTANCIA DE LOS IMPACTOS POR ATRIBUTO AMBIENTAL EN LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN 54
GRÁFICA V. 5 ACUMULACIÓN POSITIVA Y NEGATIVA DE MAGNITUD E IMPORTANCIA DE LOS IMPACTOS POR ATRIBUTO AMBIENTAL EN LA ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO. 56
GRÁFICA V. 6 ACUMULACIÓN POSITIVA DE MAGNITUD E IMPORTANCIA DE LOS IMPACTOS POR ATRIBUTO AMBIENTAL EN LA ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO 56
GRÁFICA V. 7 DISTRIBUCIÓN DE LOS IMPACTOS NEGATIVOS DE ACUERDO CON EL ÍNDICE DE INCIDENCIA 58
GRÁFICA V. 8 DISTRIBUCIÓN DE LOS IMPACTOS POSITIVOS DE ACUERDO CON EL ÍNDICE DE INCIDENCIA 58
GRÁFICA V. 9 DISTRIBUCIÓN TOTAL DE LA ACUMULACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS POR ACTIVIDAD 62
GRÁFICA V. 10 DISTRIBUCIÓN TOTAL DE LA ACUMULACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES POSITIVOS 65

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA V. 1 PROCESO DE UNA EIA 3
FIGURA V. 2 MODELO PER PARA EL PROYECTO 67

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

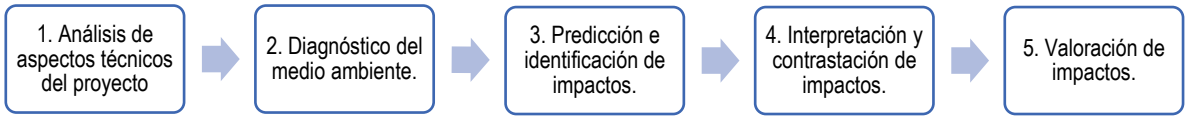
El impacto ambiental es definido en la Ley General del Equilibrio Ecológico y La Protección al Ambiente como cualquier modificación al ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales establece 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 la protección del ambiente y la preservación y restauración de los ecosistemas, con el fin de evitar, reducir al mínimo sus efectos negativos sobre al medio ambiente.

El objetivo de este capítulo es identificar y evaluar los impactos ambientales que se pueden originar por la realización del proyecto. Adicionalmente, se deben caracterizar los impactos ambientales conforme a criterios establecidos.

Comúnmente, la EIA se desarrolla mediante un proceso secuencial de cinco fases como se muestra en la siguiente figura:

FIGURA V. 1 PROCESO DE UNA EIA



Fuente: (Arboleda, 2008), (Abarca, 2012), (Angel *et al.,* 2010), (Conesa, 2010), y (Wright, 2014).

Como se puede ver en la anterior figura, el proceso de evaluación de impacto ambiental se puede llevar a cabo en cinco pasos. A continuación, se describe cada uno de ellos:

Fase de análisis de aspectos técnicos del proyecto: consiste en la caracterización del proyecto en referencia a su localización, proceso, fases técnicas y, como cada una de estas interactúan con las dimensiones o factores del ambiente (Angel *et al.,* 2010).

Fase de diagnóstico del medio ambiente: en la que se desarrolla la línea base ambiental con la recopilación, verificación, actualización y sistematización de información sobre el estado actual del área o áreas a intervenir en términos de calidad y cantidad de recursos ambientales (Angel *et al*., 2010), (Liu, Ko, Fan, & Chen, 2012).

Fase de predicción e identificación de impactos: en donde se utilizan varias herramientas que buscan reunir todos aquellos efectos positivos o negativos del proyecto sobre su entorno (Arboleda, 2008). En esta etapa se definen los indicadores para cada parámetro ambiental. Fase de interpretación y contrastación: en la cual se realiza el control de campo y con las partes interesadas (comunidad/ciudadano, empresa/contratista, institucionalidad/funcionario público) con el fin de validar los impactos previamente identificados.

Fase de valoración de impactos: se hace a través de la identificación y selección de medidas de impacto cualitativas/cuantitativas, y la determinación de los atributos de calificación ambiental (Aconcha, Garzón, & Arévalo, 2010), obteniendo escalas numéricas o rangos que permitirán la jerarquización de la importancia de los impactos. Cada impacto que resulte como importante deberá ser descrito según su calificación y, gestionado en el plan de manejo ambiental.

V.1 Métodos para identificar y evaluar los impactos ambientales

A continuación, se describe la secuencia de los pasos para aplicar los diferentes métodos seleccionados para la identificación, evaluación y ponderación de los impactos ambientales que se prevé genere la construcción del proyecto.

1. Como primer punto se realiza un análisis de sensibilidad a partir de la línea base del sitio obtenida de la etapa de caracterización del sitio y plasmada en el capítulo IV de este documento.
2. Posteriormente se describen y analizan el conjunto de actividades que se llevarán a cabo, dentro de la obra, lo cual requiere las particulares y especificaciones puntales, en tiempo y espacio, así como la valoración de la intensidad de las modificaciones sobre los factores ambientales.
3. Posteriormente se procede a la elaboración de un listado de actividades de cada etapa del proyecto, el cual se agrupan en las siguientes etapas:
    - Preparación del sitio,
    - Construcción,
    - Operación y Mantenimiento

    En cada una de estas etapas se describen las distintas actividades a realizar, lo que permite una mayor comprensión e interpretación de los efectos sobre el ambiente. Este listado de actividades permite fundamentar las bases del Método de lista de chequeo, como primera actividad de identificación de impactos ambientales generados por el proyecto.

    Una vez obtenido el listado de cotejo de la actividad se procede al análisis de impactos ambientales mediante una lista de chequeo compuesta.
4. Una vez integrada la lista de chequeo compuesta se realiza una red bayesiana integrada mediante análisis independientes de un grupo de expertos, esto con el objetivo de realizar una identificación completa de las posibles interacciones y sus posibles efectos primarios, secundarios y terciarios.
5. Posteriormente ya realizada la primera aproximación de factores que serán impactados y las acciones que generarán dichos impactos, se refuerza la investigación con un análisis de interacciones con los atributos ambientales. Dicho análisis requiere el siguiente procedimiento. Se enlistan los factores y atributos ambientales que se consideran relevantes, después de una discusión y análisis interdisciplinario, pueden llegar a ser afectados por una o varias etapas de la obra, elaborando el listado de cotejo cada una obra tipo. Los factores ambientales listados son: geomorfología, suelo, aire, hidrología superficial, vegetación, fauna, hábitat, paisaje, factores sociales y económicos.

    En las columnas se colocan las etapas del proyecto de manera horizontal, los factores y atributos ambientales desglosados se colocan de manera vertical, para identificar las interacciones potenciales. Se procede a la elaboración de una matriz de cribado estableciendo magnitud e importancia.
6. Una vez identificadas las interacciones entre las actividades de la obra y los atributos ambientales y de acuerdo con el tipo de impacto se procede a la valoración semicuantitativa de ellos, conforme a los criterios ambientales definidos.

7. Se procede a analizar los resultados y establecer las jerarquías de las actividades identificadas y ponderadas como las de mayor impacto, a fin de establecer las medidas de mitigación de manera directa y considerando la relevancia de la actividad a atender.

V.1.1. Justificación de las metodologías seleccionadas

Con las metodologías utilizadas se superan y cubren las deficiencias inherentes de cada técnica aplicada, lo cual permite garantizar que tiene una evaluación integral y de una mayor cobertura y comprensión de las actividades del proyecto sobre los factores y atributos ambientales considerados.

V.1.2 Identificación de impactos ambientales

V.1.2.1. Análisis de sensibilidad

La línea base del Proyecto, se realizó con fundamento al análisis de los componentes ambientales que pueden ser indicadores ambientales de acuerdo con su sensibilidad: geomorfología, suelos, hidrología y los elementos bióticos vegetación y fauna, para obtener las zonas de sensibilidad y elementos relacionados.

La sensibilidad ambiental implica la definición de una escala de valoración, para indicar el grado de susceptibilidad del medio en relación con el agente generador de perturbaciones. Las clases en cuestión y las valoraciones asignadas, de acuerdo con una escala que indica más bien cualidad que cantidad, están enfocadas particularmente en las variables consideradas más relevantes para el proyecto.
La Sensibilidad Ambiental se entiende como el potencial de afectación (transformación o cambio) que pueden sufrir los componentes ambientales como resultado de la alteración de los procesos físicos, bióticos y socioeconómicos debidos a las actividades de intervención antrópica del medio o debido a los procesos de desestabilización natural que experimenta el ambiente.
A continuación, se presenta un análisis de sensibilidad para cada uno de los elementos ambientales que se podrán ver impactados como consecuencia de la ejecución de las actividades del proyecto.

Los indicadores de sensibilidad, así como los grados de sensibilidad que representa cada uno de esos indicadores son:

TABLA V. 1 CRITERIOS DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL

ASPECTO	CONDICIÓN	VALORACIÓN DE SENSIBILIDAD	GRADO DE SENSIBILIDAD
Relieve	<10%	1	Muy bajo
Relieve	10-30%	2	Bajo
Relieve	30-50%	3	Medio
Relieve	>50%	4	Alto
Suelo	Suelo con erosión leve	2	Bajo
Suelo	Sin erosión	1	Muy bajo
Suelo	Suelo con erosión moderada	3	Medio
Suelo	Suelo con erosión severa	3	Medio
Suelo	Suelo con erosión Muy severa	4	Alto
Geología	Gneises	1	Muy bajo
Geología	Granito	1	Muy bajo
Geología	Conglomerados	1	Muy bajo
Geología	Cuarcitas	1	Muy bajo
Geología	Esquistos	2	Bajo
Geología	Riolitas	2	Bajo
Geología	arsénicas	2	Bajo
Geología	Calizas	2	Bajo
Geología	Pizarras	2	Bajo
Geología	Lutitas	4	Alto
Geología	Magras	4	Alto
Geología	Aluviones	3	Medio
USV	Agricultura	1	Muy bajo
USV	Pastizal Natural	3	Medio

ASPECTO	CONDICIÓN	VALORACIÓN DE SENSIBILIDAD	GRADO DE SENSIBILIDAD
USV	Pastizal Cultivado	2	Bajo
USV	Acahual o potrero	1	Muy bajo
USV	Vegetación secundaria arbórea	3	Medio
USV	Vegetación secundaria arbustiva	2	Bajo
USV	Bosque de coníferas	4	Alto
USV	Selva	4	Alto
USV	Matorral	3	Medio
USV	Vegetación de galería	3	Medio
USV	Área urbana	1	Muy bajo
Vegetación	Densidad baja	1	Muy bajo
Vegetación	Densidad rala	2	Bajo
Vegetación	Densidad media	3	Medio
Vegetación	Densidad alta	4	Alto
Paisaje	No intervenido	4	Alto
Paisaje	Poco intervenido	3	Medio
Paisaje	Medianamente intervenido	2	Bajo
Paisaje	Fuertemente intervenido	1	Muy bajo
Fauna	Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010	4	Alto
Fauna	Endemismos o presencia de especies de importancia regional	3	Medio
Fauna	Fauna escaza	2	Bajo
Fauna	Nula o muy baja presencia de especies nativas con presencia de especies exóticas	1	Muy bajo
Hidrología subterránea	Presión por uso >= 80%	4	Alto
Hidrología subterránea	Presión por uso>= 40%	3	Medio
Hidrología subterránea	Presión por uso >=11%	2	Bajo
Hidrología subterránea	presión por uso <= 10%	1	Muy bajo
Hidrología superficial	Caudal ecológico en corrientes perennes >= 40%	1	Muy bajo
Hidrología superficial	Caudal ecológico en corrientes perennes 25-39%	2	Bajo
Hidrología superficial	Caudal ecológico en corrientes perennes 15-24%	3	Medio
Hidrología superficial	Caudal ecológico en corrientes perennes 5-14%	4	Alto
Hidrología superficial	Caudal ecológico en corrientes temporales >20%	1	Muy bajo
Hidrología superficial	Caudal ecológico en corrientes temporales 15-19%	2	Bajo
Hidrología superficial	Caudal ecológico en corrientes temporales >5-9%	3	Medio

Fuente: Elaboración propia con datos INEGI, CONABIO, SGM, SEMARNAT

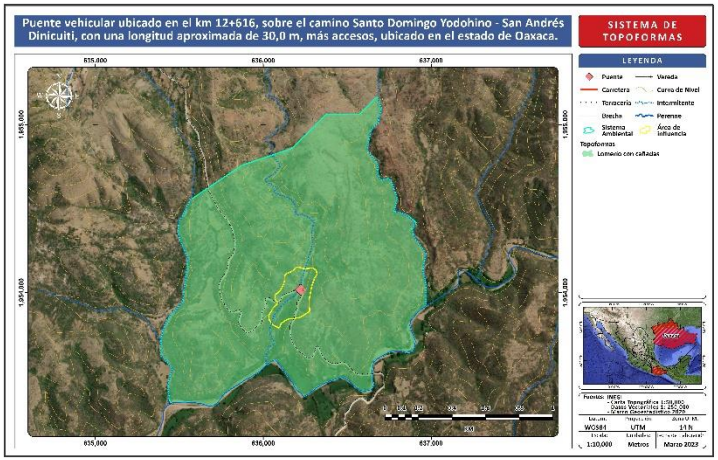
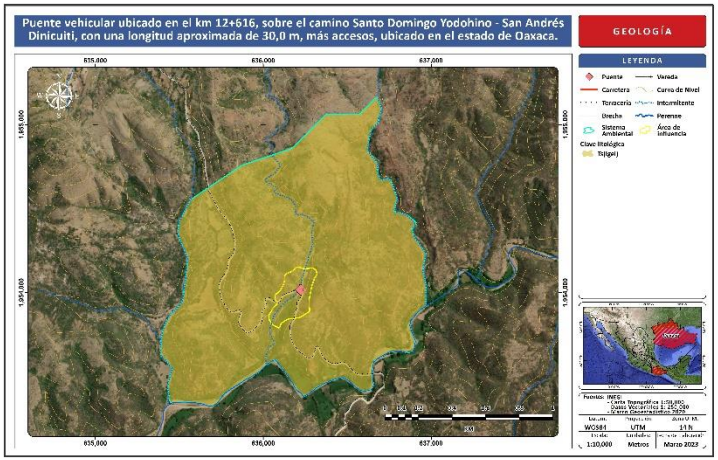
A continuación, se describen los grados considerados como clases de sensibilidad:

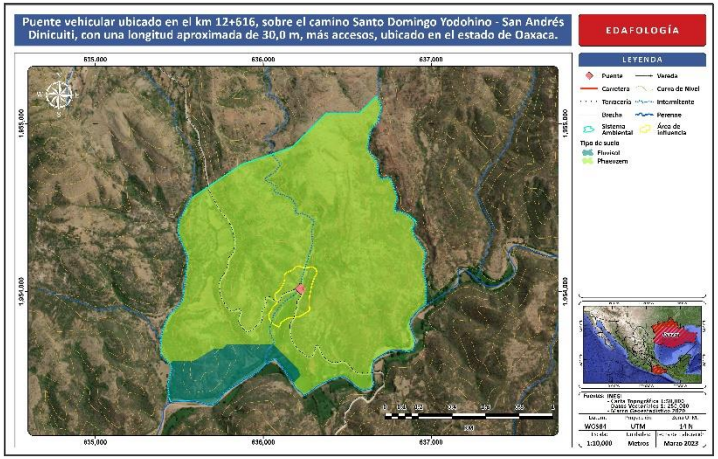
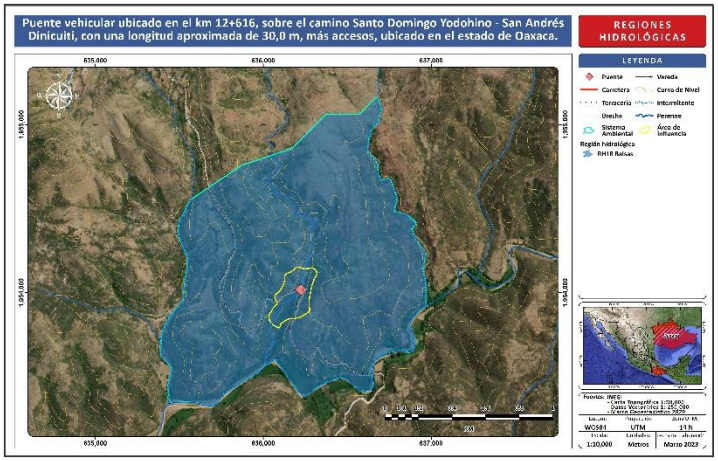
TABLA V. 2 CLASIFICACIÓN DE LOS GRADOS DE SENSIBILIDAD

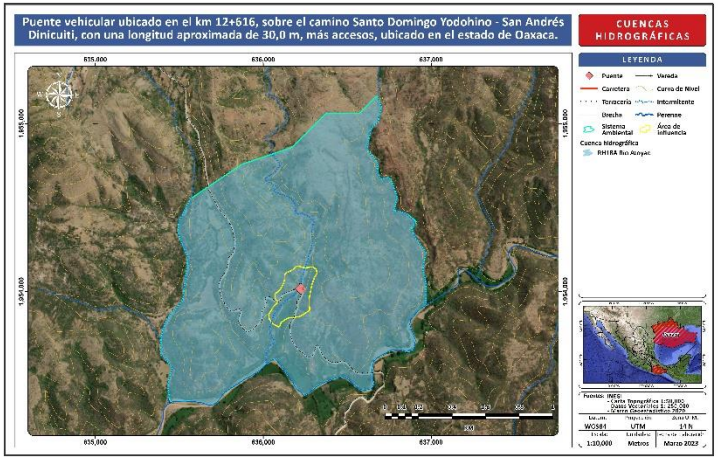
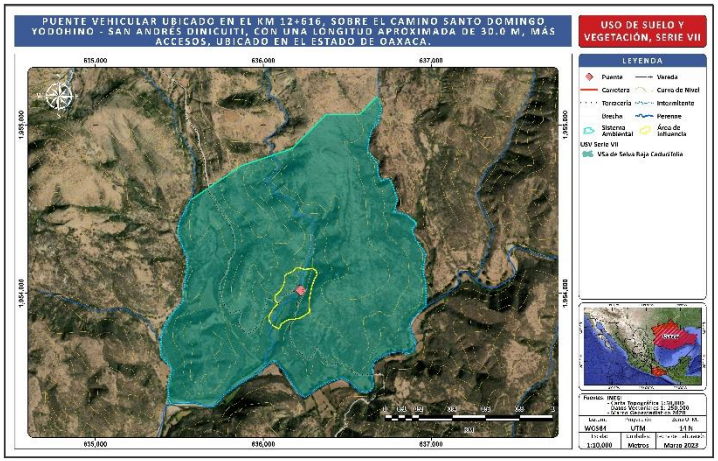
DESCRIPCIÓN DEL GRADO DE SENSIBILIDAD	COLOR DE IDENTIFICACIÓN
Sensibilidad Muy baja: se reconocen aquellos criterios cuyas condiciones originales toleran sin complicaciones las acciones del proyecto, donde la recuperación podría ocurrir en forma natural.	
Sensibilidad Baja: se reconocen aquellos criterios cuyas condiciones originales toleran sin problemas las acciones del Proyecto, donde la recuperación, si bien no podría ocurrir en forma natural, puede darse con la aplicación de alguna medida relativamente sencilla.	
Sensibilidad Media: se agrupan aquellos criterios donde existe un equilibrio ecológico o social frágil. Por lo que su recuperación y control exige, al momento de ejecutar un proyecto, la aplicación de medidas que involucran alguna complejidad.	
Sensibilidad Alta: se destacan aquellos criterios donde los procesos de intervención modifican significativamente sus condiciones originales y donde es necesaria la aplicación de medidas complejas de tipos mitigantes.	

Fuente: SECIRA S.A. de C.V., 2023.

TABLA V. 3 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD PARA LA LÍNEA BASE DEL PROYECTO

	DESCRIPCIÓN DEL ASPECTO EN EL SA	CARTOGRAFÍA	VALORACIÓN DE SENSIBILIDAD	GRADO DE SENSIBILIDAD
Relieve	**Geomorfología y relieve** El Sistema Ambiental del proyecto se localiza en la Provincia Fisiográfica Sierra Madre del Sur, sobre la Subprovincia Mixteca Alta con un sistema de topoformas de lomerío con cañadas.		3	Media
Geología	Geológicamente, la base litológica del Sistema Ambiental y particularmente del proyecto corresponde a ígnea extrusiva intermedia (andesíticas) del periodo terciario neógeno. Estas rocas llamadas rocas volcánicas, se forman cuando se solidifica la roca fundida en la superficie terrestre. Al actuar los procesos erosivos, se dio origen a la actual conformación geológica.		1	Bajo

	DESCRIPCIÓN DEL ASPECTO EN EL SA	CARTOGRAFÍA	VALORACIÓN DE SENSIBILIDAD	GRADO DE SENSIBILIDAD
Edafología	Dentro del Sistema Ambiental, así como en el Área del Proyecto, se identifica el tipo de suelo Phaeozem, mismo que se forma sobre material no consolidado. Se encuentran en climas templados y húmedos con vegetación natural de pastos altos o bosques. Son suelos oscuros y ricos en materia orgánica, lo que les confiere un alto potencial agrícola; sin embargo, las sequías periódicas y la erosión eólica e hídrica son sus principales limitantes. Se utilizan intensamente para la producción de granos (soya, trigo y cebada, por ejemplo) y hortalizas, y como zonas de agostadero cuando están cubiertos por pastos.		3	Medio
Hidrología superficial	El Sistema Ambiental y el área del proyecto se encuentran en la Región hidrológica 18 Balsas, que está limitada por las Sierras Madre del Sur y la de Juárez, así como por el eje neovolcánico, tiene la forma de una depresión muy alargada con valles muy angostos, cuyo territorio está formado en su mayor parte por elevaciones con fuertes pendientes y un arreglo geológico poco propicio para el control y almacenamiento de los grandes escurrimientos que se presentan en la región hidrológica, ya que cuenta con un potencial importante de escurrimientos consistentes en más de 900 milímetros al año.		3	Medio

	DESCRIPCIÓN DEL ASPECTO EN EL SA	CARTOGRAFÍA	VALORACIÓN DE SENSIBILIDAD	GRADO DE SENSIBILIDAD
Hidrología subterránea	En lo que respecta al Sistema Ambiental del proyecto, este encuentra sobre la cuenca hidrográfica RH18A Río Atoyac abarca parcialmente los estados de Tlaxcala, Puebla y México, está constituida por 84 municipios y tiene una superficie aproximada de 4,001.66 km^2. Es importante mencionar que el río Atoyac es la principal fuente de abastecimiento para las comunidades y municipios hortícolas al sur del estado de Tlaxcala, como es el caso de San Mateo Ayecac, en el municipio de Tepetitla de Lardizábal, y sus alrededores. Sin embargo, de acuerdo con CONAGUA, la cuenca presenta altos niveles de contaminantes por lo que aun cuando el proyecto no pretende dar uso de este recurso, se deberán tomar acciones para evitar contaminarlo.		**2**	**Bajo**
USV	En el SA, la vegetación representativa acorde con la carta de uso de suelo y vegetación serie VII (INEGI, 2018), se encuentra vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia. Este tipo de vegetación se desarrolla transcurrido un tiempo después de la eliminación o perturbación de la vegetación original.		**2**	**Bajo**

DESCRIPCIÓN DEL ASPECTO EN EL SA		CARTOGRAFÍA	VALORACIÓN DE SENSIBILIDAD	GRADO DE SENSIBILIDAD
Vegetación	El Uso de suelo predominante en la zona es de vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia. Los componentes arbóreos de esta selva presentan baja altura, normalmente de 4 a 10 m (eventualmente hasta 15 m). El estrato herbáceo es bastante reducido y sólo se puede apreciar después de que ha empezado claramente la época de lluvias y retoñan o germinan las especies herbáceas. Las formas de vidas crasas y suculentas son frecuentes, especialmente en los géneros Agave, Opuntia, Stenocereus y Cephalocereus.		3	Medio
Fauna	De acuerdo con el estudio de campo se registró la presencia de ocho especies de fauna silvestre (Aves), en el área del proyecto (Puente, AI y SA). En la prospección de campo no se encontró especie catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. La clase más abundante fue la de las aves seguida de los mamíferos; y no se tuvo éxito de registros de la Herpetofauna. En este sentido se registraron cinco especies de fauna silvestre (aves), y un mamífero, donde pudimos observar, afectación por el camino existente, así como muchos sitios fragmentados por la división de terrenos particulares. Las aves observadas sobrevolaban cercana al proyecto y no se acercaron a la zona donde se construirá el puente y al ver peligro solo huyen a resguardarse. Por lo tanto, la presencia de fauna silvestre en las cercanías del puente es baja con respecto a las zonas conservadas; por lo que se reitera que no se afectara en alguna forma.		2	Bajo
Paisaje	Potencialmente el proyecto tiene un potencial moderado de capacidad de acogida ecológica, ya que las zonas analizadas recaen en la categoría 3, corresponde a una calidad y fragilidad media, que puede incorporar obras cuando las circunstancias lo permitan e impactos mitigables. Las unidades presentes son aptas para la promoción de actividades que requieran calidad paisajística o causen impactos de baja ponderación en el paisaje, como es el caso del proyecto. Es decir, que el proyecto se puede calificar como compatible, esto al presentar una moderada capacidad de acogida ecológica		2	Bajo

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2023

La calidad ecológica se refiere al mantenimiento de los elementos y procesos dentro de un ecosistema, o unidad natural determinada, cuando se introduce un agente de presión deteriora y modifica la estructura de los procesos, se reduce dicha calidad. El término "calidad ecológica" se refiere, de manera general, al estado de conservación del ecosistema, tomado con base en las características originales del mismo sin perturbación. En este caso al iniciar la construcción del puente, al introducir agentes de presión, estos inducen una repuesta que puede provocar cambios en la biodiversidad o estructura de los componentes biológicos, que a su vez desencadena una serie de alteraciones, que pueden ser ligeras o muy severas. Específicamente en la zona donde se pretende instalar el proyecto las condiciones del ambiente distan de conservarse en su estado natural o primario ya que a lo largo del tiempo se han ejercido diversas presiones y modificaciones al entorno propias del desarrollo humano y lo que ello conlleva.

Se puede decir entonces que en el sistema ambiental delimitado donde se inserta el área del proyecto, la calidad ambiental o ecológica se encuentra en función de las actividades y usos que se le dan a los recursos, en este sentido tenemos que a lo largo y ancho del SA se presentan alteraciones estructurales importantes y es posible la desaparición absoluta de algún elemento (biota, suelo o agua); al mismo tiempo se presentan alteraciones en la dinámica ecosistémica del SA, provocando reacciones negativas en cadena sobre otros elementos dentro o fuera del área, en esta se encuentran principalmente vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia.

Las actividades en estos ecosistemas juegan un papel importante en la presión ejercida hacia los recursos naturales, ya que debido a la ejecución de pastoreo de ganado, se ha causado la disminución de la cobertura vegetal original y además ha incitado el desplazamiento de la fauna hacia zonas con mayor conservación, lo que ha provocado una modificación de la estructura ambiental del sitio y una pérdida importante de hábitats y microhábitats, dando pie a la aparición de hábitats de sucesión o también conocidos como secundarios. No obstante, el bosque cultivado al establecerse mediante plantación de diferentes especies cultivadas favorece la reforestación de sitios erosionados. Del análisis de sensibilidad a partir de la línea base se tiene lo siguiente:

- No se implementan o regulan las actividades de uso de suelo.
- Falta de instrumentos regulatorios para el ordenamiento territorial en una escala local (municipal).
- En el Sistema ambiental del proyecto el grado de deforestación es notable puesto la unidad de uso de suelo que se ha expandido notablemente en los últimos años es de vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia.
- En la zona del proyecto no se localizaron especies de flora y fauna que se encuentran en alguna categoría de riesgo o protección, de acuerdo con la norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

De esta manera actualmente la problemática ambiental en el sistema ambiental es media dadas sus condiciones de calidad y fragilidad ecológica (otorgada por la inestabilidad natural, las limitantes geomorfológicas, la impredecibilidad climática la estacionalidad y las condiciones geológicas entre otros) y marginación social (la totalidad de localidades beneficiadas se ubican en marginación media). proyecto, de igual forma se deberán tomar en cuenta que el proyecto traerá consigo una intensificación de uso del espacio, así como una mayor derrama económica a nivel local y un mejoramiento para la comunicación a nivel regional.

TABLA V. 4 IMPACTOS ACTUALES IDENTIFICADOS EN EL SA

OBRAS Y ACTIVIDADES QUE SE REALIZAN EN EL SA	COMPONENTE AMBIENTAL AFECTO	IMPACTO AMBIENTAL	RELACIÓN DEL IMPACTO					
			TIPO	DURACIÓN	EXTENSIÓN	INTENSIDAD	EFECTO	INDICADOR
Operación de camino rural, o circulación vehicular	Suelo	Compactación del suelo	Negativo	Permanente	Local	Baja	Calidad ambiental	Reducción de potencial productivo de suelo
	Hídrico	Afectación de calidad de agua por paso de vehículos	Negativo	Permanente	Local	Baja	Calidad ambiental	Contaminantes en agua
	Cobertura vegetal	Reducción de abundancia y conectividad	Negativo	Permanente	Local	Baja	Ecosistémico	Fragmentación
	Fauna	Ahuyentamiento y Mortalidad de fauna	Negativo	Permanente	Parcial ya que la velocidad que se alcanza en estas vías es baja (no mayor a 40 Km/h)	Baja	Ecosistémico	Ahuyentamiento y Mortalidad de fauna
	Antrópico	Movilidad de comunidades rurales	Positivo	Permanente	Extenso, ya que favorece la comunicación entre tres localidades	Media	Mejora en la movilidad y desarrollo económico	Movilidad
Generación de residuos sólidos por habitantes	Agua	Reducción de calidad de agua	Negativo	Permanente	Local	Bajo	Calidad ambiental	Presencia de residuos. Contaminantes al agua
	Suelo	Reducción de calidad del suelo	Negativo	Permanente	Local	Bajo	Calidad ambiental	Presencia de residuos. Contaminantes en el suelo natural
Agricultura	Suelo	Cambio de uso de suelo	Negativo	Permanente	Bajo.	Bajo	Pérdida ecosistémica y aumento de erosión	Fragmentación
		Erosión del suelo	Negativo	Permanente	Parcial	Medio	Calidad ambiental y pérdida de suelo	Superficie afectada por degradación edáfica
		Pérdida de las características físicas del suelo	Negativo	Permanente	Parcial	Medio	Pérdida de fertilidad	Superficie afectada por degradación edáfica
		Disminución de la calidad del suelo	Negativo	Permanente	Parcial	Alta	Contaminación del manto freático	Superficie afectada por degradación edáfica
	Aire	Disminución de la calidad del aire	Negativo	Permanente	Parcial	Baja	Aumento de gases efecto invernadero	Promedio anual de las concentraciones diarias y días en los que se excede la norma: monóxido de carbono
	Agua	Disminución de la calidad del agua superficial	Negativo	Permanente	Parcial	Baja	Eutrofización	Demanda bioquímica de oxígeno en aguas superficiales
		Disminución de la calidad del agua subterránea	Negativo	Permanente	Parcial	Baja	Contaminación del manto freático	Acuíferos sobreexplotados, con intrusión salina y/o bajo el fenómeno de salinización de suelos o aguas subterráneas
		Disminución de la disposición de agua	Negativo	Permanente	Parcial	Baja	Menor disponibilidad para consumo humano	Disponibilidad natural media per cápita
	Vegetación	Disminución de la abundancia de la vegetación	Negativo	Permanente	Puntual	Media	Desplazamiento de fauna	Extensión de vegetación secundaria de selva baja caducifolia
		Disminución de diversidad alfa de la vegetación	Negativo	Permanente	Puntual	Media	Desequilibrio de dinámica poblacional	Especies terrestres mexicanas en riesgo

OBRAS Y ACTIVIDADES QUE SE REALIZAN EN EL SA	COMPONENTE AMBIENTAL AFECTO	IMPACTO AMBIENTAL	RELACIÓN DEL IMPACTO					
			TIPO	DURACIÓN	EXTENSIÓN	INTENSIDAD	EFECTO	INDICADOR
	Fauna	Disminución de la abundancia	Negativo	Permanente	Puntual	Media	Desequilibrio de dinámica poblacional	Especies terrestres mexicanas en riesgo
		Disminución de diversidad alfa de la fauna	Negativo	Permanente	Puntual	Media	Desequilibrio de dinámica poblacional	Especies terrestres mexicanas en riesgo
	Hábitat	Fragmentación del hábitat	Negativo	Permanente	Parcial	Alta	Pérdida de conectividad de corredores biológicos	Extensión de ecosistemas terrestres naturales
	Paisaje	Disminución de la calidad del paisaje	Negativo	Permanente	Parcial	Media	Pérdida de teselas e interacciones bióticas	Extensión con paisajes naturales
VSa de Selva Baja Caducifolia.	Suelo	Cambio de uso de suelo	Negativo	Permanente	Parcial	Media	Pérdida del hábitat natural	Fragmentación del hábitat natural
		Aumento de Erosión del suelo	Negativo	Permanente	Puntual	Media	Aumento de niveles de erosión	Pérdida de calidad del suelo
		Disminución de las características físicas del suelo	Negativo	Permanente	Puntual	Media	Erodabilidad	Pérdida de calidad del suelo
		Pérdida de calidad del suelo	Negativo	Permanente	Puntual	Alta	Erodabilidad	Pérdida de sustrato natural.
	Aire	Mejora de la calidad del aire	Negativo	Permanente	Puntual	Media	Disminución de los GEI	Promedio anual de las concentraciones diarias y días en los que se excede la norma: monóxido de carbono
	Agua	Mejora de la calidad del agua superficial	Negativo	Permanente	Puntual	Media	Recuperación lenta de los nutrientes naturales del agua.	Demanda bioquímica de oxígeno en aguas superficiales
		Disminución de la calidad del agua subterránea	Negativo	Permanente	Puntual	Baja	Contaminación del manto freático	Acuíferos sobreexplotados, con intrusión salina y/o bajo el fenómeno de salinización de suelos o aguas subterráneas
		Disminución de la disposición de agua	Negativo	Permanente	Puntual	Media	Menor disponibilidad para consumo humano	Disponibilidad natural media per cápita
	Vegetación	Aumento de la abundancia de la vegetación	Negativo	Permanente	Parcial	Media	Reforestación de zonas degradadas con especies secundarias	Extensión de bosque cultivado
		Aumento de diversidad alfa de la vegetación	Negativo	Permanente	Parcial	Media	Recuperación de flora nativa	Especies terrestres mexicanas en riesgo
	Fauna	Aumento de la abundancia	Negativo	Permanente	Puntual	Baja	Atracción de fauna	Especies terrestres mexicanas en riesgo
		Aumento de diversidad alfa de la fauna	Negativo	Permanente	Puntual	Baja	Atracción de fauna nativa y conservación del ecosistema.	Especies terrestres mexicanas en riesgo
	Hábitat	Mejora del hábitat	Negativo	Permanente	Puntual	Baja	Recuperación del hábitat	Extensión de ecosistemas terrestres naturales
	Paisaje	Mejora de la calidad del paisaje	Negativo	Permanente	Puntual	Media	Mejora en la calidad de vida de las especies.	Extensión con paisajes naturales

OBRAS Y ACTIVIDADES QUE SE REALIZAN EN EL SA	COMPONENTE AMBIENTAL AFECTO	IMPACTO AMBIENTAL	RELACIÓN DEL IMPACTO					
			TIPO	DURACIÓN	EXTENSIÓN	INTENSIDAD	EFECTO	INDICADOR
Cambio de Uso de Suelo	Estructura y cobertura de la Vegetación	Fragmentación y Cambio de uso de suelo	Negativo	Permanente	Bajo.	Media	Pérdida ecosistémica	Fragmentación del ecosistema
Extracción de madera	Cambio en Estructura y cobertura de la Vegetación	Fragmentación y Cambio de uso de suelo	Negativo	Permanente	Bajo	Bajo	Pérdida ecosistémica	Fragmentación del ecosistema
Ganadería	Estructura y cobertura de la Vegetación de la Vegetación	Fragmentación y Cambio de uso de suelo	Negativo	Permanente	Bajo. Existe ganadería menor	Media	Pérdida ecosistémica	Fragmentación del ecosistema
	Suelo	Erosión del suelo	Negativo	Permanente	Bajo	Media	Pérdida de suelo	Superficie afectada por degradación edáfica
		Pérdida de las características físicas del suelo	Negativo	Permanente	Bajo	Media	Pérdida de fertilidad	Superficie afectada por degradación edáfica
		Disminución de la calidad químicas del suelo	Negativo	Permanente	Bajo	Baja	Contaminación del manto freático	Superficie afectada por degradación edáfica
	Hábitat	Fragmentación del hábitat	Negativo	Permanente	Bajo	Media	Pérdida de conectividad de corredores biológicos	Pérdida de ecosistemas terrestres naturales
	Paisaje	Disminución de la calidad del paisaje	Negativo	Permanente	Bajo	Media	Pérdida de conectividad de corredores biológicos	Pérdida de ecosistemas terrestres naturales
Establecimiento de asentamientos humanos	Suelo	Erosión, compactación	Negativo	Permanente	Bajo	Media	Pérdida de suelo natural, de sus propiedades físicas y capacidad de infiltración. Contaminación del suelo	Pérdida de ecosistemas terrestres naturales y Cambio climático
	Agua	Disminución de la calidad del agua superficial	Negativo	Permanente	Bajo	Media	Aumento en el consumo del recurso y contaminación	Pérdida de disponibilidad del recurso

V.1.2.2. Lista de Chequeo descriptiva.

Las listas de Chequeo descriptivas. Son un método de identificación muy simple. por lo que se usa para evaluaciones preliminares. En las listas de chequeo descriptivas no se establece la importancia relativa de los diferentes impactos, cosa que deberá realizarse mediante otros métodos suplementarios. Contemplan escuetamente aquellos factores físicos. Bióticos y socioeconómicos que podrían ser afectados por las acciones del proyecto, sin tratar de evaluar los efectos, ni cualitativa ni cuantitativamente.
La aplicación de la lista de chequeo es la primera técnica que nos servirá para identificar las actividades impactantes del proyecto, así como los factores y atributos ambientales comprendidos en el área de estudio.
El análisis se desarrolla en 3 fases o etapas: Preparación del sitio, Construcción y Operación y mantenimiento; de acuerdo con el grupo multidisciplinario evaluador se elaboró una primera lista de chequeo simple para cada etapa del proyecto.
Las características de cada etapa se indican a continuación y se detallan en el listado de actividades.

Etapa de preparación del sitio. Esta etapa tiene como finalidad iniciar las actividades para preparar del terreno, con la finalidad de realizar el análisis respectivo del factor ambiental sobre el cual inciden sus efectos y los impactos ambientales producidos.

Etapa de construcción del proyecto. En esta etapa se tiene como finalidad integrar el proyecto sobre el terreno previamente preparado para soportar dicha infraestructura.

Etapa de operación y mantenimiento del proyecto. Dentro de las actividades de operación y mantenimiento resaltan la revisión y valoración, de manera periódica, de las condiciones mecánicas, condiciones de la carpeta asfáltica y obras de drenaje, con lo que se busca prolongar la vida útil del proyecto.

A continuación, se presenta la identificación y descripción de las actividades que implicarán un cambio, perturbación o efecto sobre el estado actual del ambiente el área del SA y del proyecto, dichas actividades se presentan clasificadas por etapa.
A continuación, se presentan las actividades que generará un cambio por etapa:

ACTIVIDADES CONTEMPLADAS PARA LA ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO
1. Trazo y delimitación de la zona de afectación.
2. Desmonte de la vegetación.
3. Despalme del suelo.
4. Demolición de subestructura existente
5. Excavación.
ACTIVIDADES CONTEMPLADAS PARA LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN
6. Zapatas de cimentación.
7. Pilotes.
8. Plataforma de puente.
9. Construcción de terraplenes.
10. Juntas de dilatación.
11. Sistemas de drenaje.
12. Parapetos.
13. Acarreos de material
14. Obras complementarias
15. Manejo de residuos de obra
16. Señalamientos
ACTIVIDADES CONTEMPLADAS PARA LA ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
17. Tránsito de automóviles.
18. Programa de vigilancia.
19. Bacheo, pintura y señalización.

20. Mantenimiento de superestructura.
21. Sistema de Prevención de Accidentes.
22. Mantenimiento de carpeta.

Con la finalidad de identificar preliminarmente los impactos ambientales se utilizó la técnica de lista de verificación que permite identificar en que etapas del proyecto se producen impactos ambientales.

TABLA V. 5 LISTA DE CHEQUEO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS DEL PROYECTO POR ETAPA

IMPACTOS GENERALES	ETAPAS DEL PROYECTO		
	PREPARACIÓN DEL SITIO	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN
1. Sobre el clima			
Incremento de temperatura	-	-	-
Incremento de lluvias	-	-	-
Decremento de lluvias	-	-	-
Aumento de evaporación	X	-	-
Aumento de nubosidad	-	-	-
2. Sobre el aire			
Contaminación	X	X	X
Ruido	X	X	X
Aumento de emisiones a la atmósfera	X	X	-
Olores	-	X	-
3. Sobre el suelo			
Pérdida de suelo	X	X	-
Contaminación	X	X	X
Salinización	-	-	-
Acidificación	-	-	-
Inundación	-	-	X
Drenaje	X	-	-
Contaminación	-	-	-
Disminución del caudal	-	-	-
Cambio de uso	-	-	-
4. Sobre la Hidrología			
Pérdida de capacidad de infiltración	X	X	X
Pérdida de potencial productivo	-	-	-
Pérdida de conectividad hídrica	X	X	-
Contaminación del cauce	X	X	-
Alteración del caudal	-	X	-
5. Sobre vegetación			
Disminución de cobertura vegetal	X	-	-
Pérdida de riqueza de especies	X	-	-
Disminución de la diversidad	-	-	-
Extinción de especies	-	-	-
Afectación sobre especies endémicas	-	-	-
Afectación sobre especies protegidas	-	-	-
6. Sobre fauna			
Introducción de especies exóticas	-	-	-
Pérdida de riqueza de especies	-	-	-
Disminución de la diversidad	X	-	-
Desplazamiento de la fauna silvestre	X	X	X
Extinción de especies	-	-	-
Afectación sobre especies endémicas	-	-	-
Afectación sobre especies protegidas	-	-	-

IMPACTOS GENERALES	ETAPAS DEL PROYECTO		
	PREPARACIÓN DEL SITIO	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN
Introducción de especies exóticas	-	-	-
7. Sobre población			
Pérdida de base de recursos	-	-	-
Pérdida de empleos	-	-	-
Alteraciones culturales	-	-	-
Pérdidas de recursos arqueológicos	-	-	-
Traslado de población	-	-	X
8. Otros			
Pérdida de paisaje	X	X	X
Alteración de sitios singulares	-	-	-
Disminución de calidad de vida	-	-	-

Asimismo, se indica el resumen de impactos que podrán presentarse por el desarrollo del proyecto a cada factor.

TABLA V. 6 RESUMEN DE RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LA LISTA DE VERIFICACIÓN.

ACTIVIDAD	FACTORES AMBIENTALES AFECTADOS	IMPACTO
Etapa de Preparación		
Trazo y delimitación del área de afectación	Fauna	Desplazamiento esporádico de la fauna silvestre debido al ruido y presencia humana.
	Uso de Suelo.	El área del proyecto se ubica sobre el camino existente de una carretera y presenta de manera aledaña especies herbáceas. Asimismo, el AIP cuenta con superficies de vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia. La construcción del puente favorecerá la comunicación y transporte terrestre de la zona.
Desmonte de la vegetación	Suelo.	Al remover el estrato vegetal el suelo quedará sin su capa de retención y susceptible al proceso erosivo de diversas formas.
		La remoción de la capa superficial de suelo afectará la composición de este.
	Aire.	Existirá levantamiento de partículas por lo que se generará contaminación del aire.
		Emisiones a la atmosfera de los vehículos automotores que operen el sitio.
		Aumento del ruido producto del empleo de maquinaria y vehículos de carga y personal.
	Hábitat.	Afectación al micro ecosistema por el efecto barrera.
	Vegetación	Eliminación del estrato herbáceo.
	Paisaje.	La composición paisajística del sitio se verá modificada en cuanto a calidad.
	Calidad de vida.	Generación de empleos formales para los lugareños
		Incremento en el consumo temporal de bienes y servicios locales.
Despalme de suelo	Suelo	Erosión del suelo y pérdida de los horizontes.
		Remoción de la capa de suelo fértil.
	Aire	Contaminación del aire por partículas suspendidas
		Emisiones a la atmosfera de los vehículos automotores que operen el sitio

ACTIVIDAD	FACTORES AMBIENTALES AFECTADOS	IMPACTO
		Aumento del ruido producto del empleo de maquinaria y vehículos de carga y personal.
	Hábitat	Afectación a los micro ecosistemas por el efecto barrera y su fragmentación.
	Fauna	Perturbación y desplazamiento de la escasa fauna silvestre.
	Paisaje	La composición paisajística del sitio se verá modificada en cuanto a calidad y número de teselas.
	Calidad de vida	Generación de empleos.
		Incremento en el consumo temporal de bienes y servicios locales.
Manejo de residuos vegetales	Aire.	Contaminación del aire por la generación de Polvos.
		Contaminación del aire por la generación de gases de combustión interna por el movimiento de vehículos.
		Aumento del ruido producto del empleo de maquinaria y vehículos de carga y personal.
	Suelo.	Compactación del suelo por el tránsito de vehículos en operación
	Fauna.	Desplazamiento de organismos por el ruido local y presencia humana.
	Calidad de Vida.	Generación de empleos locales, con la demanda de mano de obra poco calificada.
		Incremento en el consumo temporal de bienes y servicios locales
	Hidrología.	Alteración de la calidad del agua por caída de materiales.
Etapa de construcción		
Excavación para pilotes	Suelo.	Pérdida total de las características físicas del suelo
	Geomorfología	Modificación permanente e irreversible de la topografía específicamente en las superficies de anclaje de los pilotes.
	Aire.	Contaminación del aire por partículas suspendidas.
		Emisiones a la atmosfera de los vehículos automotores que operen el sitio
		Levantamiento de partículas producto de la perforación
		Aumento del ruido producto del empleo de maquinaria y vehículos de carga y personal.
	Hábitat.	Afectación a los micro ecosistemas por el efecto barrera.
	Calidad de vida.	Generación de empleos formales
		Incremento en el consumo temporal de bienes y servicios locales.
	Seguridad en el trabajo.	Riesgo de accidentes, por uso de equipo pesado.
Nivelación, rellenos y compactación	Calidad de aire.	Contaminación del aire con partículas minerales, a partir del movimiento de tierras.
		Contaminación del aire por la generación de gases de combustión interna por el movimiento de vehículos.
	Suelo	Al compactarse perderá sus características físicas y capacidad de infiltración.
	Seguridad en el trabajo.	Riesgo de accidentes, por uso de equipo pesado.
	Hidrología.	Afectación del comportamiento hidrológico superficial, que pudiera producir inundaciones en los sitios de trabajo y partes bajas del terreno, en época de lluvias y crecidas.
		Contaminación de la calidad del agua por caída de materiales.
	Calidad de vida.	Incremento en el consumo temporal de bienes y servicios locales.
		Generación de empleos para diferentes tipos de población trabajadora.

ACTIVIDAD	FACTORES AMBIENTALES AFECTADOS	IMPACTO
Cortes	Vegetación	Eliminación de la cobertura vegetal al margen del corte, acentuando la fragmentación de las comunidades vegetales.
	Suelo	Modificación en la composición y perdida de horizontes
	Geomorfología	Modificación permanente e irreversible del relieve, dando como producto un talud más inestable
	Paisaje	Modificación de la composición paisajística y disminución en cuanto a calidad y fragilidad
	Aire	Generación de polvos por el movimiento de tierras
		Contaminación del aire por la generación de gases de combustión interna por el movimiento de vehículos.
		Aumento del ruido producto del empleo de maquinaria y vehículos de carga y personal.
	Hidrología.	Modificación de la dinámica hidrológica superficial.
	Seguridad en el trabajo	Riesgo de accidentes para los trabajadores, en virtud del uso de maquinaria y equipo pesado o falta de capacitación en el trabajo.
	Calidad de vida	Incremento en el consumo temporal de bienes y servicios locales.
		Generación de empleos para diferentes tipos de población trabajadora.
Colocación de zapatas de cimentación y Pilotes.	Suelo.	Incorporación de estructuras y elementos ajenos al terreno natural y cauce del río.
		Compactación del suelo
	Geomorfología.	Socavación de las bases de las obras.
		Extracción de materiales edáficos y geológicos
	Hidrología.	Contaminación temporal de aguas superficiales.
	Calidad de vida.	Generación temporal de empleos.
		Incremento en el consumo de bienes y servicios locales
Plataforma de puente y juntas de dilatación	Paisaje.	Modificación del paisaje al incorporar nueva infraestructura.
	Aire	Contaminación del aire por actividades humanas.
		Contaminación del aire por emisiones de gases de combustión de los motores de vehículos.
	Calidad de vida.	Generación temporal de empleos.
		Incremento del consumo temporal de bienes y servicios locales.
	Hidrología.	Demanda temporal de agua para la construcción.
		Afectación del comportamiento hidrológico superficial, que pudiera producir inundaciones en los sitios de trabajo y partes bajas del terreno, en época de lluvias y crecidas.
	Geomorfología	Modificación leve e irreversible del relieve.
	Suelo	Compactación del suelo
		Modificación de la calidad del suelo, por contaminación con residuos sólidos, material de construcción y residuos.
Instalación sistema de drenaje	Suelo	Incorporación de estructuras y elementos ajenos al terreno natural, existe una exposición de la superficie del suelo y horizontes.
	Geomorfología.	Socavación de las bases de las obras con movimientos de materiales.
	Hidrología.	Contaminación temporal de corrientes superficiales
		Modificaciones temporales del patrón de escurrimiento superficial
	Aire	Generación de ruido
		Levantamiento de polvos
		Contaminación atmosférica por gases de combustión.

ACTIVIDAD	FACTORES AMBIENTALES AFECTADOS	IMPACTO
	Seguridad en el trabajo.	Riesgo de accidentes para los trabajadores, por uso de maquinaria y equipo pesado o falta de capacitación en el trabajo.
	Calidad de vida.	Generación de empleo.
Acarreo de materiales.	Aire	Contaminación del aire por la generación de Polvos.
		Contaminación del aire por la generación de gases de combustión interna por el movimiento de vehículos.
		Aumento del ruido producto del empleo de maquinaria y vehículos de carga y personal.
	Suelo.	Alteración al tipo de suelo producto del cambio de sus propiedades físicas.
		Compactación del suelo por el tránsito de vehículos en operación
	Fauna.	Desplazamiento de organismos por el ruido local y presencia humana.
	Calidad de Vida.	Generación de empleos locales, con la demanda de mano de obra poco calificada.
		Incremento en el consumo temporal de bienes y servicios locales
	Hidrología	Alteración de la dinámica hidrológica superficial (incremento de flujos).
Construcción de Terraplenes	Hidrología.	Modificación temporal de la calidad del lecho del cuerpo de agua por caída accidental de materiales particulados finos.
	Geomorfología.	Inestabilidad de taludes y modificación ligera del relieve.
	Suelo.	Erosión gravitacional, eólica e hídrica por desaparición de la cubierta vegetal.
		Modificación de la calidad del suelo, por contaminación con residuos sólidos, material de construcción y residuos.
	Calidad de vida.	Generación de empleos para la contratación temporal de mano de obra calificada y no calificada.
Colocación de carpeta asfáltica (incluye riegos de liga y sello)	Paisaje.	Modificación del paisaje al incorporar nueva infraestructura.
	Aire	Contaminación del aire por actividades humanas.
		Contaminación del aire por emisiones de gases de combustión de los motores de vehículos.
	Calidad de vida.	Generación temporal de empleos.
		Incremento del consumo temporal de bienes y servicios locales.
	Hidrología.	Demanda temporal de agua para la construcción.
		Afectación del comportamiento hidrológico superficial, que pudiera producir inundaciones en los sitios de trabajo y partes bajas del terreno, en época de lluvias y crecidas.
	Geomorfología	Modificación leve e irreversible del relieve.
	Suelo	Compactación del suelo
		Modificación de la calidad del suelo, por contaminación con residuos sólidos, material de construcción y residuos.
Manejo y disposición de residuos de obra.	Socioeconómico	Generación de empleos para la contratación temporal de mano de obra calificada y no calificada.
	Aire	Contaminación del aire por los motores de vehículos.
		Generación de ruido por los camiones de transporte.
		Presencia de partículas suspendidas por el acarreo de materiales.
	Calidad de vida.	Generación temporal de empleos.
		Incremento en el consumo temporal de bienes y servicios locales, como servicio los transportes de carga.
Obras complementarias	Vegetación.	Integración de especies vegetativas nativas para incrementar su densidad.

ACTIVIDAD	FACTORES AMBIENTALES AFECTADOS	IMPACTO
(losas, postes, lavaderos, accesos, parapetos)	Aire	Contaminación del aire por los motores de vehículos.
		Generación de ruido por los camiones de transporte.
		Presencia de partículas suspendidas por el acarreo de materiales.
	Fauna.	Desplazamiento de avifauna y fauna terrestre.
	Socioeconómico	Generación de empleos para la contratación temporal de mano de obra no calificada.
		Incremento en el consumo temporal de bienes y servicios locales, como servicio los transportes de carga.
	Paisaje.	Disminución en la calidad del paisaje al instalar señalamientos
		Modificación constante del paisaje.
	Calidad de aire.	Contaminación del aire por actividades humanas.
		Contaminación del aire por los motores de vehículos.
	Calidad de vida.	Generación de empleos.
		Incremento en el consumo temporal de bienes y servicios locales.
		Incremento en la seguridad para el usuario
		Generación permanente de empleos.
		Incremento en el consumo temporal de bienes y servicios locales.
Formación de la capa subrasante y Base Hidráulica.	Hidrología.	No existe alteración de la dinámica hidrológica superficial intermitente.
	Aire	Generación de polvos y humo por el empleo de maquinaria y movimiento de materiales.
		Generación de ruido
	Suelo.	Erosión y cambio de las características del suelo, con riesgos potenciales de contaminación.
	Calidad de Vida	Generación de empleos, uso de mano de obra local y poco calificada.
Limpieza del sitio y desmantelamiento de infraestructura provisional	Suelo.	Es benéfica la recolección y disposición de los residuos de asfalto y otros materiales, escombro y residuos sólidos presentes en el derecho de vía, derivados del uso del puente y mantenimiento.
		Contaminación del suelo por la ocurrencia de derrames ocasionales de sustancias como pintura y aceites.
	Calidad del aire.	Emisión de gases de combustión por colocación del asfalto nuevo.
	Paisaje	Mejoramiento del paisaje por eliminación de los elementos extraños
	Seguridad.	Minimización del riesgo de accidentes vehiculares.
	Calidad de vida.	Generación temporal de empleo de mano de obra no calificada.
Rehabilitación de sitios	Suelo	Reducción de la erosión
	Vegetación	Rehabilitación de la vegetación original en los sitios despejados
	Fauna	Regreso de la fauna a los sitios con vegetación
	Paisaje	Mejoramiento del paisaje en los sitios despejados
Etapa de operación y mantenimiento		
Tránsito y transporte	Calidad del aire	Contaminación del aire por la emisión de gases de combustión de los vehículos que circulen por el puente
		Emisión constante de ruido por el tráfico vehicular
	Suelo y agua	Contaminación del suelo y agua, por derrames ocasionales de aditivos, aceites lubricantes, gasolina que son transportados por el agua pluvial hacia los escurrimientos superficiales o al suelo.
	Fauna	Atropellamiento de la fauna silvestre terrestre sobre todo en la zona de accesos.
	Seguridad durante el transporte	Riesgo de accidentes por la circulación de los vehículos e imprudencia de conductores, sobre todo en los cruces con la carretera existente.

ACTIVIDAD	FACTORES AMBIENTALES AFECTADOS	IMPACTO
	Asentamientos irregulares	Crecimiento urbano irregular a la orilla del Proyecto.
	Desarrollo urbano	Incremento en la demanda de bienes y servicios.
Mantenimiento de superestructura.	Suelo.	Generación de residuos.
	Fauna.	Afectación intermitente de la fauna silvestre, con atropellamientos de organismos terrestres.
	Hidrología.	Generación de contaminantes al agua.
	Calidad de vida.	Generación temporal de empleos.
		Incremento en el consumo temporal de bienes y servicios locales.
Mantenimiento de carpeta.	Suelo.	Gestión de residuos y disposición final.
	Hidrología.	Afectación de la calidad del agua superficial.
	Calidad de vida.	Generación permanente de empleos.
Programa de vigilancia	Geomorfología	Benéfico, para prevenir el deterioro o afectaciones a la estructura del puente.
		Benéfico, para prevenir derrumbes y deslaves
	Calidad de vida	Disminución de accidentes y mayor seguridad para los usuarios

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2023

Es importante enfatizar que una vez realizado este análisis se reitera que la superficie de la poligonal del sistema ambiental se encuentra con alteraciones previas que han modificado significativamente su estructura original, teniendo actualmente superficies antropizadas, por lo que se puede considerar que los impactos ambientales significativos se han dado a lo largo del tiempo y que si bien el proyecto modificará algunos atributos ambientales, la extensión de estos será puntual y no contribuirá de manera significativa a la aceleración del proceso degradativo en el SA.

En el presente estudio se adoptan, a partir de la discusión del Listado de Chequeo, los siguientes factores del medio natural y socioeconómico para conformar las matrices de identificación o de interacción de impactos, así como su evaluación:

TABLA V. 7 FACTORES Y ATRIBUTOS DEL MEDIO FÍSICO Y BIÓTICO CONSIDERADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA MATRIZ DE INTERACCIÓN DE IMPACTOS DEL PROYECTO DEL CAMINO.

MEDIO	FACTOR AMBIENTAL	ATRIBUTOS AMBIENTALES
Físico.	Clima.	1. Velocidad del viento.
		2. Insolación.
	Geomorfología.	3. Denudación.
		4. Movimientos de materiales.
		5. Relieve.
	Geología.	6. Material (tipo de roca).
		7. Afloramientos rocosos.
		8. Granulometría (fondo de corriente)
	Suelo	9. Unidad de suelo (tipo).
		10. Erodabilidad.
		11. Profundidad
		12. Capacidad de infiltración
	Aire.	13. Composición gaseosa.
		14. Partículas
		15. Acústica.
	Hidrología Superficial.	16. Dinámica hidrológica
		17. Calidad del agua

MEDIO	FACTOR AMBIENTAL	ATRIBUTOS AMBIENTALES
	Hidrología subterránea	18. Recarga del acuífero
Biótico.	Vegetación.	19. Diversidad de la vegetación.
		20. Abundancia de la vegetación.
	Fauna.	21. Diversidad de la fauna (terrestre y/o acuática)
		22. Abundancia de la fauna (terrestre y/o acuática)
	Hábitat.	23. Sucesión ecológica.
		24. Composición.
Paisaje	Fondo escénico y estético.	25. Calidad visual.
		26. Fragilidad.
Socioeconómico	Uso del suelo.	27. Uso potencial del suelo.
		28. Uso actual del suelo.
	Elementos Urbanos.	29. Vialidad y transporte.
		30. Asentamientos humanos.
		31. Migración interregional
	Salud y Seguridad social.	32. Seguridad en el trabajo.
		33. Calidad de vida.
	Económicos	34. Generación de empleo.
		35. Medios de comunicación.
		36. Consumo de bienes y servicios locales.
		37. Actividades Agrícolas, Ganaderas, Urbanas, Forestales.

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2023.

V.1.2.3 Diagrama de red

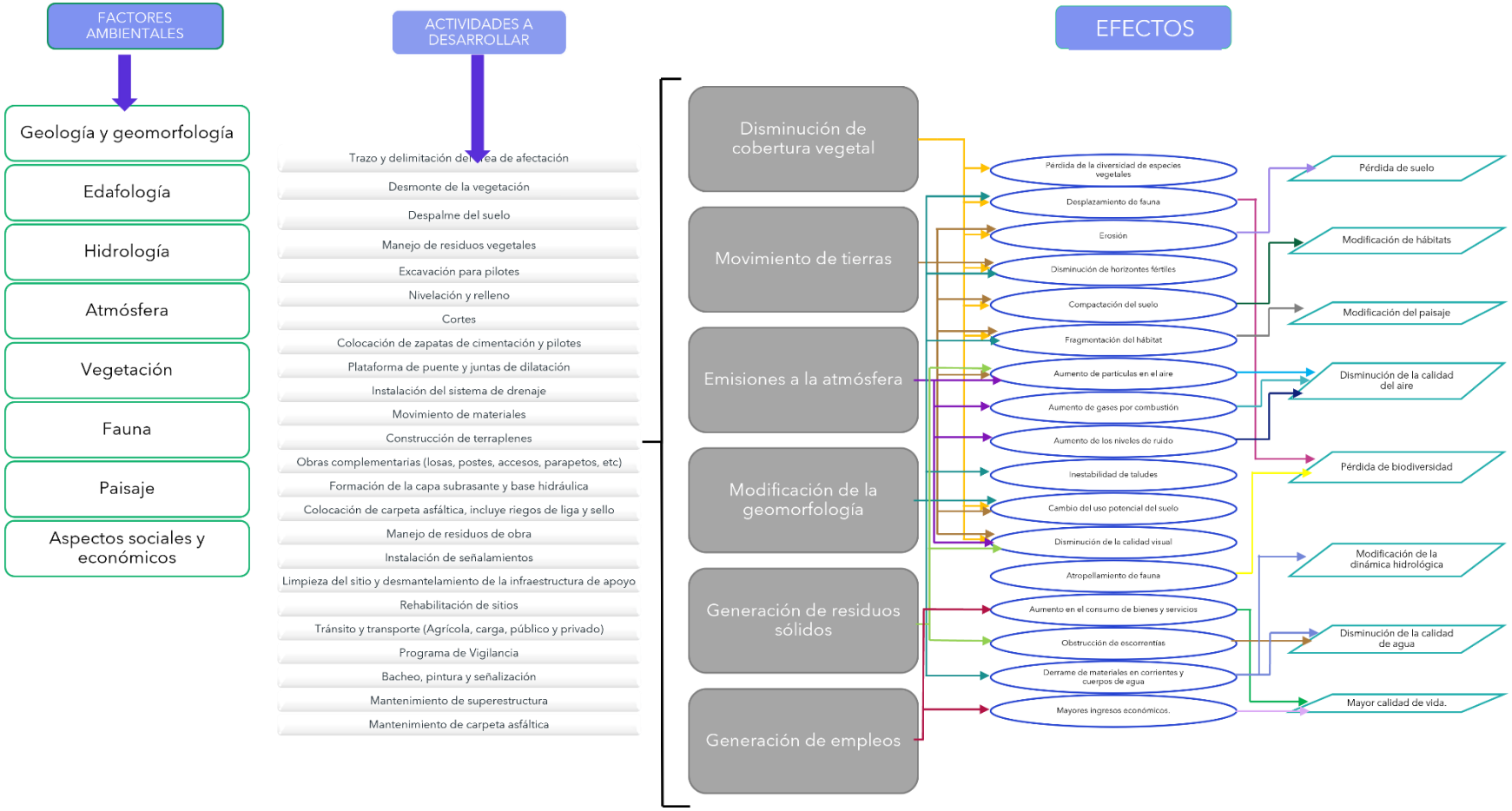
A partir de la primera aproximación de los impactos potenciales que puede generar el proyecto mediante la lista de chequeo descriptiva, se procede a aplicar una red bayesiana o diagrama de red para acercarnos a la identificación definitiva de las interacciones que provocarán los impactos ambientales durante las diversas etapas del proyecto.

Diagrama de red. Estos diagramas son métodos que integran las causas de los impactos y sus consecuencias, mediante la identificación de las interrelaciones existentes entre las actividades o acciones causales y los factores ambientales impactados, incluyendo aquellas que representan sus efectos secundarios y terciarios (Canter, 1998).

La técnica pretende poner de relieve las interacciones entre componentes ambientales y, por tanto, las relaciones causa-efecto de segundo, tercero y más alto grado (Sanz, 1991). Se hace una lista de las acciones del proyecto, las cuales se ligan a cambios en el entorno mediante relaciones causa-efecto, lo que el método describe como “condiciones de cambio”. Posteriormente son adicionadas como columnas, Acciones Correctivas y Mecanismos de Control, para cada uno de los impactos finales.

En ese sentido se presenta el siguiente diagrama de red el cual pretende realizar un análisis de las condiciones Iniciales/ consecuencias/ efectos.

FIGURA V. 1 DIAGRAMA DE RED DE LAS CONDICIONES ACTUALES/ CONSECUENCIAS Y EFECTOS



Fuente: SECIRA, S.A de C.V., 2023.

Una vez aplicado el diagrama de red, se tiene la aproximación de las actividades y los efectos al ambiente que estas traerán. A continuación, se describen los principales efectos que se prevé genere el proyecto a los diversos factores ambientales.

V.1.2.3.1. Efectos sobre la hidrología superficial y subterránea

Durante las diversas etapas del proyecto sobre todo en las etapas de preparación y construcción se pueden presentar alteraciones en los parámetros fisicoquímicos e hidrobiológicos del agua superficial debido a la presencia de sedimentos y algunos residuos provenientes de las diferentes actividades a desarrollar, entre ellas el movimiento de materiales, excavaciones, cimentaciones, cortes y rellenos y sistema de drenaje.
Las actividades mencionadas pueden generar el aporte de cualquier tipo de material a los cuerpos de agua lenticos y loticos, ya sea por acción eólica, de escorrentía, disposición directa o ejecución de obras sobre o en los alrededores de la corriente.
Con respecto a la hidrología subterránea, dado que los terrenos donde se pretende insertar el puente y sus accesos se encuentran previamente impactados y la cobertura vegetal se encuentra disminuida, se prevé que si bien las actividades de perforación para la cimentación de pilotes pueda generar algunas alteraciones que modifiquen el patrón de infiltración vertical, este impacto será a una escala muy baja ya que la superficie de ocupación de la subestructura ocupará parte de las superficies que actualmente albergan una subestructura inconclusa por lo que la permeabilidad del terreno no se modificará de forma significativa. Considerando que la remoción de la cobertura vegetal y del suelo será mínima y de extensión puntual, se puede considerar que los efectos secundarios serán prácticamente nulos.

V.1.2.3.2. Efectos sobre la geomorfología y el suelo

El desmonte y despalme implican el inicio de actividades que alteran las condiciones de estabilidad actuales del terreno, dejando expuesto el material a la acción de agentes erosivos como pendiente, precipitación y vientos. Es frecuente que, durante el despalme y desmonte, la superficie orgánica del suelo sea retirada en su totalidad, por tanto, sus características físicas como estructura, espacio poroso, densidad, entre otras, se pierden. Al mismo tiempo al separarlo de su cubierta vegetal y acumularlo en montículo o dispuesto en otras áreas es lavado por la lluvia, lo cual disminuye su fertilidad principalmente porque ya no cuenta con la cubierta vegetal, además es arrastrado más fácilmente por la misma lluvia y viento erosionándose rápidamente.

Durante las actividades de corte y terraplenes, habrá modificaciones en la topografía y formas del terreno, pero estas serán mínimas, ya que el proyecto no requiere de cortes y el terraplén de acceso es pequeño.
Los procesos naturales de erosión-sedimentación se verán alterados por la pérdida de la cubierta vegetal y de la ruptura del material edáfico y litológico, así como también, por la construcción da la superficie de rodamiento de los accesos que quedará compacta e impermeable.

V.1.2.3.3. Efectos sobre el aire

Teniendo en cuenta la fase de construcción del proyecto, las actividades que potencialmente pueden alterar la calidad del aire que actualmente presenta el área de influencia del proyecto, se relacionan con el transporte de materiales, ejecución de obras civiles, funcionamiento de maquinaria y equipos, demolición de subestructura existente y el tránsito vehicular que pueden llegar a fomentar la emisión de agentes contaminantes (SOx, NOx, CO, etc.).

Las actividades como son: excavaciones, cimentaciones, cortes, demoliciones, rellenos y compactación, plataforma del puente, y carpeta asfáltica, son las que se prevé generen efectos mayores al aire, ya que son actividades que están relacionadas con la generación de material particulado y Gases de Efecto Invernadero, bien sea por el uso de vehículos para el transporte de escombros o también por el uso de equipos, como los utilizados para la mezcla del concreto y el asfalto. Las demás actividades corresponden a la movilización y transporte de materiales y maquinaria, la ubicación de campamentos transitorios, el desmonte y limpieza, demolición y retiro de estructuras, entre otras; que, si bien pueden llegar a ocasionar un aumento de contaminantes atmosféricos, dispersión de polvo implicando la reducción de la calidad del aire y reducción de visibilidad, así como efectos negativos sobre cubiertas de vegetación, sus efectos pueden ser mitigados en gran medida.

En cuanto a la alteración de los niveles de presión sonora o generación de ruido que existirá debido a la ejecución del proyecto se dará principalmente en la etapa de construcción por la operación de maquinaria y equipos necesarios para el desarrollo de la obra, por lo que las actividades de perforación, excavaciones, cimentaciones y cortes, son las que se consideran que tendrán una importancia mayor; ya que en la mayoría de ellas presentan intensidades altas, extensiones de las obras de forma parcial, persistencias de los efectos fugaces y, periodicidad irregular en las obras ejecutadas de tal forma que puede ser recuperable en el corto plazo. Es de resaltar que todos los efectos sobre el aire que se generen en las etapas de preparación y construcción serán de carácter puntual y temporal y se puede esperar su recuperación en el corto plazo.

V.1.2.3.4. Efectos sobre la vegetación

La alteración a especies florísticas y/o cobertura vegetal se refiere a la intervención y/o variación en el número de individuos de especies florísticas endémicas, amenazadas y de importancia ecológica, económica y cultural. Durante la etapa de preparación se dará el mayor impacto sobre la vegetación ya que en esta etapa se prevé la ejecución de desmonte y despalme lo que generará un impacto sobre la cobertura vegetal, pues existirá remoción de dos estratos (herbáceo y arbustivo) que integran la comunidad vegetal, sin embargo dicha remoción se limitará a algunos ejemplares de selva baja caducifolia y es importante mencionar que durante el levantamiento de campo no se registraron especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Por lo anterior, se considera que si bien existirán efectos secundarios, serán de corta extensión, por tal razón se considera un efecto moderado.

Las actividades con mayor significancia ambiental son el desmonte, despalme, cortes, nivelación y rellenos los cuales presentan una importancia **MODERADA**, de tendencia negativa que repercuten en los cambios de conectividad que se pueden generar sobre las interacciones propias entre las especies de fauna y flora. A pesar de esto, las actividades de desmonte y despalme que se ejecutarán sobre los ecosistemas naturales no afectarán en gran proporción la conectividad actual, debido a que la proyección del puente se ubica sobre la vía de terracería existente, por lo que la fragmentación ya existe en el sitio.

La superficie sobre la que se desarrollará el proyecto presenta una variedad reducida en el tipo de comunidades vegetales, además debido a la presión demográfica y las necesidades de las poblaciones cercanas se presenta un cambio de uso de suelo sustancial. En el área del proyecto se observa **vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia**, misma que se ve reducida dado que existe erosión mala y la dinámica ecosistémica se encuentra disminuida al tener un entorno modificado.

V.1.2.3.5. Efectos sobre la fauna

La afectación a las comunidades faunísticas se refiere a los cambios que puedan sufrir las poblaciones de anfibios, reptiles, aves y mamíferos presentes en el área de influencia del proyecto debido a las actividades del proyecto. Estos cambios se pueden dar debido a la reducción directa y fragmentación de su hábitat o a perturbaciones causadas por el aumento en la contaminación de agua, suelo y atmósfera, por el aumento de ruido, la presencia de humanos, el uso de las nuevas vías y las existentes, entre otros.

En la zona del proyecto no se localizaron especies de flora y fauna que se encuentran en alguna categoría de riesgo o protección, de acuerdo con la norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Pero dada la dimensión del proyecto no se consideran perturbaciones fuera de las presentadas en la planta general de construcción.

El desmonte y despalme conllevan la pérdida de la cobertura vegetal, especialmente en aquellos sitios en el que están presentes coberturas seminaturales como vegetación secundaria, ya que esos lugares son el hábitat de un gran número de especies, la pérdida de la vegetación supone la eliminación de sitios de refugio, forrajeo, alimentación y reproducción. Además, la construcción y operación del puente fragmenta los parches boscosos impidiendo el paso de los individuos y, posiblemente aísla algunas poblaciones, sin embargo, específicamente para el proyecto los efectos hacia este recurso son menores ya que las áreas a intervenir son puntuales y no afectarán la **vegetación Secundaria arbustiva de selva baja caducifolia** aledaña al Área del Proyecto.

Los efectos más fuertes están asociados a dos actividades: plataforma de puente y sistema de drenaje, ya que supone la intervención directa de los cuerpos de agua para la instalación de las estructuras. Lo anterior podrá modificar las propiedades físicas y químicas del río, lo que ocasiona el cambio en la composición y estructura de las especies que conforman las comunidades acuáticas.

V.1.2.3.6. Efectos sobre el paisaje

En la perspectiva actual del estado de degradación del paisaje natural en el contexto local y regional de la zona del proyecto, muestran la presión antrópica asociada a la explotación extensiva e intensiva de los recursos naturales. Ello ha generado distintos efectos sobre el paisaje, como la degradación de la cubierta vegetal natural y de la calidad del suelo y, en algunos casos, del comportamiento hidrológico, entre otros. Estas acciones antropogénicas no solo han causado estragos en los factores ecológicos, sociales y económicos, sino también en los culturales, escénicos y afectivos.

Las modificaciones al paisaje no serán tan palpables, debido a que los cambios que se generaron por la acción antrópica histórica sobre el uso de los recursos naturales han impactado tan fuerte, que los cambios con la construcción del puente serán casi imperceptibles.

V.1.2.3.7. Efectos sobre la sociedad y economía

El comportamiento actual de la población del Municipio según su tasa de natalidad está aumentando; por lo que, la realización de este proyecto será un factor significativo en el cual haya una modificación a los tiempos de traslado actuales ya que el 76.4% de la población municipal tarda menos de una hora en llegar a su destino. El presente proyecto ayudará a reestructurar la planificación urbana debido a que las vías de comunicación son factores importantes en el crecimiento y en la planeación de las áreas urbanas; por lo que con el siguiente proyecto y con una buena planeación urbana; apoyándose en la infraestructura existente, ayudarán a mejorar la comunicación entre las distintas localidades del municipio de San Andrés Dinicuiti y mejorará la actividad económica de la región; así como mejoras en el medio social a partir de un aprovechamiento sostenible de los recursos de la región; por lo que se espera tener un incremento en los beneficios a mediano plazo.

En cuanto a los factores económicos de las localidades beneficiadas, estos se verán beneficiados con la realización del proyecto; debido a que generarán empleos temporales y permanentes en la zona y por ende un aumento en el ingreso de la población local de la región. Además, las actividades económicas pueden mejorarse sobre todo en el sector comercio y con ello podría reestructurarse el nivel adquisitivo regional, y así la población puede tener acceso a un mejor nivel de ingresos y sobre todo una mejor calidad de vida.

V.1.2.4. Matrices para la identificación y cribado de impactos ambientales

Con base en los resultados obtenidos de la aplicación de las metodologías de listado de chequeo y diagrama de red, se procede a la identificación de impactos ambientales, cuyo punto de partida realiza una descripción y análisis del conjunto de actividades que se llevarán a cabo dentro del proyecto las cuales se agrupan en las siguientes etapas:

- Preparación del sitio
- Construcción
- Operación y mantenimiento.

Por otra parte, se listan los factores y atributos ambientales que se considera pueden llegar a ser afectados por una o varias etapas de la obra. Los factores ambientales listados son: geomorfología, geología, suelo, agua, hidrología, vegetación, fauna, hábitat, paisaje, factores sociales y económicos, de esta manera se puede conformar la matriz para identificar las diversas interacciones que generarán los impactos negativos y benéficos durante la ejecución del proyecto.

Con el objeto de asignar un valor específico que permita establecer un peso a los impactos ambientales provocados por las actividades del proyecto, a cada una de las interacciones entre indicadores de impacto y actividades de impacto se le asignara un valor considerado; dichos valores a utilizar serán los que a continuación se indican.

- **Magnitud (M):** Corresponde al grado o nivel de alteración que sufre un factor ambiental a causa de las actividades del proyecto (siendo 1 la alteración mínima y 5 la alteración máxima) el tipo o clase de impacto se definirá por consecuencias positivas (+) o negativas (-).
- **Importancia (I):** Evalúa el peso relativo que el factor ambiental considerado tiene dentro del ambiente que puede ser afectado por el proyecto (siendo 1: insignificante y 5la máxima significación).

La ponderación de los efectos producidos por el impacto se obtendrá de la sumatoria del producto de la magnitud por la importancia de cada interacción detectada.

Total = SUMA((M*I) +(M*I))

Una vez conformada la matriz, se procede a la asignación de magnitud e importancia a las interacciones detectadas, a continuación, se presenta la matriz conformada para el proyecto:

TABLA V. 8 MATRIZ DE PARA LA IDENTIFICACIÓN DE INTERACCIONES.

COMPONENTES		ATRIBUTOS	Etapa de preparación del sitio						Etapa de Construcción																Etapa de operación y mantenimiento						TOTAL
			1. Trazo y delimitación del área de construcción del puente	2. Desmonte de la vegetación	3. Despalme del suelo	4. Demolición de estructura existente	5. Manejo de los restos vegetales.	Subtotal	6. Excavación para pilotes	7. Nivelación y Rellenos	8. Cortes	9. Zapatas de cimentación y pilotes	10. Plataforma del puente y juntas de dilatación	11. Sistema de drenaje	12. Acarreo de materiales (tierras)	13. Construcción de terraplenes	14. Obras complementarias	15.Formación de la capa subrasante y Base Hidráulica.	16. Colocación de carpeta asfáltica, incluye riegos de liga y sello	17. Manejo y disposición de residuos de obra	18. Instalación de Señalamientos.	19. Limpieza de sitio y desmantelamiento de la infraestructura de apoyo	20. Rehabilitación de sitios	Subtotal	21. Tránsito y transporte (Agrícola, carga, público y privado)	22. Programa de vigilancia	23. Mantenimiento de super estructura	24. Mantenimiento carpeta asfaltica	Subtotal	
Abiótico	Geomorfología	Denudación		1	1			**2**	1	1	1	1						1	1						**6**					**0**	**8**
		Topografía	1	1	1			**3**	1	1	1	1	1	1		1	1		1						**9**					**0**	**12**
	Geología	Material (tipo de roca)						**0**																	**0**					**0**	**0**
		Afloramientos rocosos		1	1			**2**		1	1							1	1						**4**					**0**	**6**
	Suelo	Unidad de suelo (tipo)		1	1	1	1	**4**	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				1		**12**		1		1	**2**	**18**
		Erodabilidad		1	1	1	1	**4**	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1		**14**	1	1	1	1	**4**	**22**
	Aire	Composición gaseosa		1	1	1	1	**4**	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1		**14**	1	1	1	1	**4**	**22**
		Partículas	1	1	1	1	1	**5**	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		**15**	1	1	1	1	**4**	**24**
		Acústica		1	1	1		**3**	1	1	1	1				1									**5**		1			**1**	**9**
	Hidrología Superficial	Dinámica hidrológica		1	1	1	1	**4**	1	1				1	1				1					1	**6**		1			**1**	**11**
		Calidad del agua		1	1	1	1	**4**	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1			1	**13**	1	1			**2**	**19**
		Avenidas						**0**	0	0	0	0													**0**					**0**	**0**
Biótico	Vegetación	Especies de vegetación en la NOM-059		1				**1**																	**0**		1			**1**	**2**
		Diversidad de la vegetación	1	1	1	1	1	**5**	1	1	1	1			1										**5**		1			**1**	**11**
		Abundancia de la vegetación	1	1	1	1	1	**5**	1	1	1	1		1	1	1							1		**8**	1				**1**	**14**
	Fauna	Especies de fauna en la NOM-059		1				**1**																	**0**		1			**1**	**2**
		Diversidad de la fauna (terrestre y /o acuática)	1	1	1	1	1	**5**	1	1	1	1	1								1				**6**		1			**1**	**12**
		Abundancia de la fauna (terrestre y/acuática)		1	1	1	1	**4**	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1			1	**13**	1	1	1		**3**	**20**
Paisaje	Paisaje	Fragmentación		1		1	1	**3**	1					1											**2**					**0**	**5**
		Calidad visual		1	1	1	1	**4**	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	**14**	1	1	1	1	**4**	**22**
		Fragilidad		1	1	1	1	**4**	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	**14**	1	1	1	1	**4**	**22**
Socioeconómico	Uso de suelo	Uso potencial		1	1	1	1	**4**	1	1	1			1	1	1			1		1				**8**		1			**1**	**13**
		Uso actual		1	1	1	1	**4**	1	1	1	1	1		1		1	1	1	1	1			1	**12**	1	1			**2**	**18**
	Desarrollo Urbano	Vialidad y transporte						**0**														1			**1**	1		1	1	**3**	**4**
		Asentamientos humanos						**0**																	**0**			1	1	**2**	**2**
		Migración interregional						**0**																	**0**			1		**1**	**1**
	Salud y Seguridad social	Seguridad en el trabajo	1	1	1	1	1	**5**	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	**15**	1	1		1	**3**	**23**
		Calidad de vida	1	1	1	1	1	**5**	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	**15**	1	1	1	1	**4**	**24**
	Económicos	Generación de empleo	1	1	1	1	1	**5**	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	**15**	1	1	1	1	**4**	**24**
		Consumo de bienes y servicios	1	1	1	1	1	**5**	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	**15**		1	1	1	**3**	**23**
		Actividades Productivas (agricultura, ganadería, forestales, etc.).						**0**																	**0**					**0**	**0**
Sumatorias			9	25	22	20	19	**95**	22	22	21	18	13	17	17	16	14	15	17	12	13	9	15	**241**	13	20	12	12	**57**	**393**

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2023.

TABLA V. 9 MATRIZ DE CRIBADO APLICADA DONDE SE INDICA MAGNITUD E INTENSIDAD DE CADA IMPACTO.

Medio	Factor	Etapa	Preparación											Construcción del proyecto																	Operación y mantenimiento										Total
		Actividad	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		21		22		23		24		
			1. Trazo y delimitación del área de construcción del puente		2. Desmonte de la vegetación		3. Despalme del suelo		4. Demolición de estructura existente		5. Manejo de los restos vegetales.		6. Excavación para pilotes		7. Nivelación y Rellenos		8. Cortes		9. Zapatas de cimentación y pilotes		10. Plataforma del puente y juntas de dilatación		11. Sistema de drenaje		12. Acarreo de materiales (tierras)		13. Construcción de terraplenes		14. Obras complementarias		15.Formación de la capa subrasante y Base Hidráulica.		16. Colocación de carpeta asfáltica, incluye riegos de liga y sello		17. Manejo y disposición de residuos de obra		18. Instalación de Señalamientos.		19. Limpieza de sitio y desmantelamiento de la infraestructura de apoyo		20. Rehabilitación de sitios		21. Tránsito y transporte (Agrícola, carga, público y privado)		22. Programa de vigilancia		23. Mantenimiento de super estructura		24. Mantenimiento carpeta asfáltica		
		Subfactor	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	
Abiótica	Geomorfología	Topografía	-1	1	-3	3	-3	3					-3	3	-2	2	-2	2	-2	2	-1	2	-3	2			-2	2	-1	1			-1	2																	-55
		Denudación			-5	4	-5	4							-3	2	-2	2													-1	1	-1	1																	-56
	Geología	Material (Tipo de roca)																																																0
		Afloramientos rocosos			-1	1	-2	1							-2	2	-2	2													-2	2	-1	1																	-20
	Suelo	Erodabilidad			-4	4	-4	4	-2	2	-2	2	-3	3	-3	3	2	2	-1	1	-1	1	-2	2	-2	2	-1	1	-2	1	-1	2	-3	4	-2	2	-2	2			3	2	-1	1	2	2	1	1	1	2	-77
		Unidad de suelo (tipo)			-2	2	-3	3	-2	2	-2	2	-2	2	-1	2	-2	2	-1	1	-1	1	-2	3	2	1	-1	2	-1	1	-1	1	-2	2							2	2			2	1					-39
	Aire	Composición gaseosa			-2	2	-2	2	-3	2	-2	2	-2	2	-2	1	-1	1	-1	1	-1	2	-2	2	-2	1	-1	2	-2	2	-1	1	-3	3	-2	1	-2	1	-1	1	2	2	2	1	2	2	1	1	1	1	-43
		Partículas	-2	2	-2	2	-2	2	-2	3	-2	1	-2	2	-2	2	-1	2	-1	1	-2	1	-2	2	-2	1	-1	1	-3	1	-1	1	-2	2	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	-49
		Acústica			-3	2	-3	2	-3	2			-3	2	-3	2	-3	2	-3	2							-3	2																	2	2							-44
	Hidrología subterránea	Dinámica hidrológica			-2	2	-2	2	-2	2	-2	1	-2	2	-2	2							-2	2	-1	1							-2	2							2	2			2	1					-25
		Avenidas																																																0
		Calidad del agua			-2	2	-1	1	-2	2	-1	1	-3	2	-3	2	-2	2			-2	1	-1	1	-1	1	-1	1	-2	1	-1	1	-2	1	-1	1	-1	1			-1	1	-1	1	2	2					-36
Biótico	Vegetación	Especies de vegetación en la NOM 059			-3	3																																					2	3					-3
		Diversidad alfa de la vegetación	-2	2	-3	2	-3	2	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1					-1	1																			1	1					-22
		Abundancia de la vegetación	-2	2	-2	2	-2	2	-2	2	-2	1	-2	1	-2	1	-2	1	-2	1			-2	1	-2	1	-2	1													2	2	-2	1							-29
	Fauna	Diversidad alfa de la fauna	-2	2	-2	2	-2	2	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1															-1	1							1	1					-19
		Especies de fauna en la NOM 059			-2	2																																					1	1					-3
		Abundancia de la fauna			-2	2	-2	1	-2	1	-1	1	-2	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-2	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1			-1	1	-1	1			2	2	-1	1	2	2	-2	2			-20
	Hábitat	Fragmentación			-3	3			-3	3	-1	1	-2	2									-2	1																											-25
Paisaje	Fondo escénico y estético	Calidad visual			-2	2	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1			-2	1	-1	1	-1	1	-2	1	-1	1	-2	1	-1	1	-1	1	-1	1	2	2	-1	1	1	1	-1	1	-1	1	-21
		Fragilidad			-2	2	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1			-2	1	-1	1	-1	1	-2	1	-1	1	-2	1	-1	1	-1	1	-1	1	2	2	-1	1	1	1	-1	1	-1	1	-21
Socioeconómico	Uso de suelo	Uso potencial			-3	3	-3	2	-3	2	-1	1	-2	1	-1	1	-1	1					-2	1	-1	1	-1	1					-2	2			-1	1							1	1					-33
		Uso actual			-2	1	-2	1	-1	1	-1	1	-1	1	-2	2	-1	1	-1	1	-1	1					-2	1			-1	1	-1	1	-2	1	-1	1	-1	1			2	1	-1	1	1	1			-19
	Desarrollo urbano	Vialidad y transporte																																			2	2			2	2					3	3	3	2	23
		Asentamientos humanos																																													2	2	1	1	5
	Salud y Seguridad social	Seguridad en el trabajo	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	42
		Calidad de vida	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	24
	Económicos	Generación de empleo	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	46
		Migración interregional																																														2	1	2	1	4
		Consumo de bienes y servicios			1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	42
		Actividades productivas y urbanas															1	1																	1	1					2	2					3	2	2	1	14

M= Magnitud, I= Intensidad

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2023.

Como resultado de la aplicación de la matriz para identificar interacciones se obtuvieron 393 interacciones entre actividades generadoras y atributos ambientales, posteriormente aplicando la matriz de cribado se identificó que de las 393 interacciones podrán generar 17 impactos ambientales, que serán los que provocarán los efectos de mayor importancia en el sitio del proyecto y su SA, dichos impactos se presentan por diferentes actividades y que dependiendo de cada una de ellas se define una magnitud e intensidad distinta. Cada impacto en la matriz está identificado por colores, tal y como se presenta en la siguiente tabla.

TABLA V. 10 CÓDIGO DE COLORES PARA DIFERENCIAR IMPACTOS AMBIENTALES PRESENTADOS EN LA MATRIZ.

NO.	IMPACTO
1	Aumento en los procesos de denudación
2	Modificaciones a la topografía por las actividades
3	Contaminación de suelo por derrame accidental de materiales de diferente naturaleza
4	Contaminación de suelo por el manejo inadecuado de residuos
5	Aumento en los niveles de erosión
6	Modificación de la calidad de aire por la emisión de gases efecto de la combustión
7	Modificación de la calidad del aire por la emisión de partículas
8	Aumento en los niveles de ruido
9	Modificación de la calidad de agua y dinámica hidrológica.
10	Pérdida de individuos de vegetación secundaria de selva baja caducifolia
11	Pérdida de hábitat por el desmonte de vegetación
12	Pérdida de individuos por el atropellamiento
13	Modificación del paisaje natural de la zona y especialmente en el cauce
14	Mejoramiento en la infraestructura vial y de transporte
15	Aumento en la calidad de vida por la mejora de la infraestructura disponible
16	Generación de empleos por las etapas de construcción y operación
17	Aumento del consumo de bienes y servicios asociados

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2023.

A continuación, se presenta la matriz descriptiva de los impactos identificados y las actividades específicas que los generarán. Es importante mencionar que algunos impactos mencionados en la tabla anterior se relacionan directamente con otros, por lo que, la siguiente tabla los presenta asociados.

TABLA V. 11 MATRIZ DESCRIPTIVA DE LOS IMPACTOS IDENTIFICADOS

FACTOR AMBIENTAL	IMPACTO	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	ACTIVIDADES QUE GENERAN EL IMPACTO	TIPO DE IMPACTO/ DURACIÓN	EXTENSIÓN / INTENSIDAD	INDICADOR
Aire	Aumento en los niveles de ruido	Se dará contaminación acústica en el sitio del proyecto y en las áreas colindantes inmediatas, debido al uso de maquinaria pesada y colocación de infraestructura de apoyo requerida para la ejecución de las actividades del proyecto.	• Desmonte de la vegetación. • Despalme del suelo. • Demolición • Excavación.	Negativo temporal	**Local**, el efecto se concentrará en el AIP / **Bajo** por el número de maquinaria y personal	Reducción de la calidad sonora
	Modificación de la calidad del aire por la emisión de partículas.	Se producirá material particulado debido al tránsito de vehículos y/o maquinaria, en el área del proyecto	• Demolición • Excavación. • Etapa de construcción: • Zapatas de cimentación. • Pilotes.	Negativo temporal	**Local**, el efecto se concentrará en el AIP / **Bajo** por el número de maquinaria y personal	Reducción de la calidad atmosférica
	Modificación de la calidad de aire por la emisión de gases efecto de la combustión	Se generarán gases de combustión (CO2, SO2, CO y NO2) por el funcionamiento de maquinaria y equipo que utilizan combustible.	• Desmonte de la vegetación. • Despalme del suelo. • Demolición • Excavación. • Zapatas de cimentación. • Pilotes. • Plataforma de puente. • Construcción de terraplenes. • Juntas de dilatación. • Sistemas de drenaje. • Parapetos. • Acarreos de material • Obras complementarias • Manejo de residuos de obra	Negativo temporal	**Local**, el efecto se concentrará en el AIP / **Bajo** por el número de maquinaria y personal	Reducción de la calidad atmosférica por presencia de residuos y generación de GEI (NOx, SOx, SOx, CO2, niveles de mercurio)
Topografía	Modificación a la topografía, así como la granulometría.	Derivado de las acciones de demolición de la estructura actual, la preparación del sitio y construcción modificarán permanente y puntualmente la topografía del sitio.	• Desmonte de la vegetación. • Despalme del suelo. • Demolición • Excavación. • Zapatas de cimentación. • Pilotes. • Plataforma de puente.	Negativo permanente	**Local** / **Baja** por cortes y excavaciones que se realicen	Modificación a la topografía y pérdida de relieve natural

FACTOR AMBIENTAL	IMPACTO	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	ACTIVIDADES QUE GENERAN EL IMPACTO	TIPO DE IMPACTO/ DURACIÓN	EXTENSIÓN / INTENSIDAD	INDICADOR
			• Construcción de terraplenes. • Juntas de dilatación. • Sistemas de drenaje. • Parapetos.			
Suelo	Modificaciones a la estructura del suelo y aumento en los niveles de erosión	La capa superficial del suelo se verá modificada debido a la necesidad de retirar la estructura actual y nivelar el terreno para la implantación de la nueva estructura. Los perfiles edáficos y afloramientos rocosos se verán modificados como resultado de las actividades en las que se requiere hacer movimiento de tierras.	• Trazo y delimitación DDV. • Desmonte de la vegetación. • Despalme del suelo. • Excavación. • Zapatas de cimentación. • Pilotes. • Plataforma de puente. • Construcción de terraplenes. • Juntas de dilatación. • Sistemas de drenaje.	Negativo permanente	**Local** / **Baja** ya que NO se requiere CUSTF	Erosión del suelo y reducción del potencial productivo
	Contaminación de suelo por derrame de materiales de distinta naturaleza	Las propiedades fisicoquímicas del suelo podrán verse modificadas derivado de derrames accidentales por hidrocarburos ya sea por fugas de la maquinaria, malos procesos de recarga o almacenamiento de combustible.	• Trazo y delimitación del área de afectación. • Desmonte de la vegetación. • Despalme del suelo. • Excavación. • Zapatas de cimentación. • Pilotes. • Plataforma de puente. • Construcción de terraplenes. • Juntas de dilatación. • Sistemas de drenaje. • Parapetos. • Acarreos de material • Obras complementarias • Manejo de residuos de obra	Negativo temporal	**Local /Media**	Contaminación y afectación de la calidad del suelo.
	Contaminación de suelo por el manejo inadecuado de residuos	Las propiedades fisicoquímicas del suelo podrán verse modificadas derivado de derrames accidentales de residuos de obra ya sea por mala	• Manejo de residuos de obra.	Negativo temporal	**Local** / **Bajo**	Contaminación del suelo

FACTOR AMBIENTAL	IMPACTO	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	ACTIVIDADES QUE GENERAN EL IMPACTO	TIPO DE IMPACTO/ DURACIÓN	EXTENSIÓN / INTENSIDAD	INDICADOR
		condición de los equipos un mal manejo de la maquinaria y equipo.				
Agua	Modificación de calidad de agua por derrame accidental de materiales de distinta naturaleza	Durante las etapas de preparación y construcción, la corriente de agua puede ser vulnerables a contaminación a causa del movimiento de materiales y equipo en las zonas aledañas.	• Trazo y delimitación del área de afectación. • Desmonte de la vegetación. • Despalme del suelo. • Excavación. • Zapatas de cimentación. • Pilotes. • Plataforma de puente. • Construcción de terraplenes. • Juntas de dilatación. • Sistemas de drenaje. • Parapetos. • Acarreos de material • Obras complementarias	Negativo temporal	**Local** / **Media**	Contaminación del agua y pérdida de capacidad de infiltración.
	Afectación a la dinámica natural hidrológica del cauce	Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, la corriente de agua puede verse afectada en su dinámica natural.	• Desmonte de la vegetación. • Despalme del suelo. • Excavación. • Zapatas de cimentación. • Pilotes. • Plataforma de puente. • Construcción de terraplenes. • Juntas de dilatación. • Sistemas de drenaje. • Parapetos.	Negativo temporal	**Local** / **Bajo** pues la zona ya se encuentra actualmente impactada	Reducción de la conectividad hídrica y erosión hídrica
Fauna	Pérdida de hábitat por el desmonte de vegetación	Debido al desmonte, movimiento inusual, la contaminación acústica y la presencia humana la escaza fauna existente en la zona se desplazará a sitios con menor perturbación.	• Desmonte de la vegetación.	Negativo temporal	**Local.** Las afectaciones pueden producirse dentro del ámbito del AIP. / **Medio** dado que el ruido que se producirá provocará el ahuyentamiento de la fauna y posible mortandad	Ruido y vibraciones con ahuyentamiento de la fauna silvestre

FACTOR AMBIENTAL	IMPACTO	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	ACTIVIDADES QUE GENERAN EL IMPACTO	TIPO DE IMPACTO/ DURACIÓN	EXTENSIÓN / INTENSIDAD	INDICADOR
	Pérdida de individuos nativos, endémicos o con algún estatus de protección acorde con la NOM-059-SEMARNAT-2010 por ahuyentamiento, pérdida de su hábitat y/o atropellamiento.	Debido a las actividades de preparación del sitio, construcción y operación del proyecto y al incremento de circulación de vehículos se podrá incrementar la mortandad de la fauna silvestre.	• Tránsito de automóviles.	Negativo permanente	**Local.** Las afectaciones pueden producirse dentro del ámbito del AIP. / **Bajo** dado el nivel de perturbación de la vegetación para servir de percha	Desplazamiento y ahuyentamiento de la fauna silvestre
Vegetación	Pérdida de vegetación e individuos nativos, endémicos o con algún estatus acorde con la NOM-059-SEMARNAT-2010	Se eliminará la vegetación emergente en las áreas circundantes a la estructura del puente, lo que provocará una menor cobertura vegetativa. No obstante, se empleará el camino existente para disminuir los impactos al factor.	• Desmonte de la vegetación.	Negativo temporal	**Local** /**Baja** ya que no se requerirá CUSTF	Pérdida y fragmentación ecosistémica
Paisaje	Modificación del paisaje natural de la zona y pérdida de calidad visual.	Derivados de la presencia de la estructura que se plantea construir, el paisaje se verá modificado de forma permanente afectando la fragilidad de este	• Trazo y delimitación del área de afectación. • Desmonte de la vegetación. • Despalme del suelo. • Excavación. • Zapatas de cimentación. • Pilotes. • Plataforma de puente. • Construcción de terraplenes. • Juntas de dilatación. • Sistemas de drenaje	Negativo permanente	**Local** / **Media**	Fragmentación del ecosistema
Socioeconómico	Generación de empleos por las etapas de construcción y operación	La contratación de personal calificado y no calificado será necesaria para la ejecución de las actividades en las diversas etapas del proyecto, mejorando así los índices de empleo y beneficiando a la economía de la región.	• Trazo y delimitación del área de afectación. • Desmonte de la vegetación. • Despalme del suelo. • Excavación. • Zapatas de cimentación. • Pilotes. • Plataforma de puente. • Construcción de terraplenes. • Juntas de dilatación.	Positivo temporal	**Local** /**Medio**	Aumento en empleo municipal

FACTOR AMBIENTAL	IMPACTO	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	ACTIVIDADES QUE GENERAN EL IMPACTO	TIPO DE IMPACTO/ DURACIÓN	EXTENSIÓN / INTENSIDAD	INDICADOR
			• Sistemas de drenaje. • Parapetos. • Acarreos de material • Obras complementarias • Manejo de residuos de obra • Señalamientos • Tránsito de automóviles. • Programa de vigilancia. • Bacheo, pintura y señalización. • Mantenimiento de superestructura. • Sistema de Prevención de Accidentes. • Mantenimiento de carpeta.			
	Aumento del consumo de bienes y servicios asociados	La presencia de trabajadores en la zona y la ejecución de las actividades incrementará el consumo de bienes y servicios en el área del proyecto y sus zonas aledañas. De igual manera será más fácil el traslado de mercancías para los productores de la región.	• Trazo y delimitación de la zona de afectación. • Desmonte de la vegetación. • Despalme del suelo. • Excavación. • Zapatas de cimentación. • Pilotes. • Plataforma de puente. • Construcción de terraplenes. • Juntas de dilatación. • Sistemas de drenaje. • Parapetos. • Acarreos de material • Obras complementarias • Manejo de residuos de obra • Señalamientos • Tránsito de automóviles. • Programa de vigilancia. • Bacheo, pintura y señalización.	Positivo temporal	**Regional /Media**	Ingresos pér cápita y acceso a servicios.

FACTOR AMBIENTAL	IMPACTO	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	ACTIVIDADES QUE GENERAN EL IMPACTO	TIPO DE IMPACTO/ DURACIÓN	EXTENSIÓN / INTENSIDAD	INDICADOR
			• Mantenimiento de superestructura. • Sistema de Prevención de Accidentes. • Mantenimiento de carpeta.			
	Aumento en la calidad de vida por la mejora de la infraestructura disponible	La disminución en los tiempos de traslado y la mayor seguridad en los mismos, así como el impulso al desarrollo de las actividades económicas (agricultura, ganadería y comercio) de la región que traerá consigo la implementación del proyecto, se traducirá en una mayor calidad de vida para los habitantes de la región	• Plataforma de puente. • Tránsito de automóviles. • Mantenimiento de carpeta.	Positivo permanente	**Regional /Media**	Ingresos pér cápita y acceso a servicios.
	Mejoramiento en la infraestructura vial y de transporte, propiciando aumento del desarrollo económico de la región	La inserción del proyecto provocará una mejora en la infraestructura vial, lo que facilitara el traslado de personas y mercancías, disminuirá riesgos y coadyuvara a mejorar el acceso a servicios básicos	• Señalamientos • Tránsito de automóviles. • Programa de vigilancia. • Mantenimiento de superestructura.	Positivo permanente	**Regional /Media**	Acceso a servicios y mayor conectividad entre localidades dentro del municipio.

V.1.3. Criterios y metodologías de evaluación

V.1.3.1. Metodología de evaluación (Índice de incidencia Ivn)

Para realizar una valoración cuantitativa de los impactos ambientales con respecto a los criterios establecidos, se utilizará el índice de incidencia. Primeramente, se calcula la incidencia de valor neto (Ivn) mediante el uso de la siguiente fórmula:

$$\boldsymbol{Ivn} = Signo * (Magnitud + Desarrollo + Permanencia + Certidumbre + Reversibilidad + Sinergia + Viabilidad\ de\ adoptar\ medidas\ de\ mitigación)$$

Posteriormente, se realiza una estandarización para obtener el índice de incidencia mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$\boldsymbol{Índice\ de\ incidencia} = (Ivn - IvnMIN)/(IvnMAX - IvnMIN)$$

TABLA V. 12 VALORES DEL ÍNDICE DE INCIDENCIA PARA LA VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.

CRITERIOS	NEGATIVO		POSITIVO	
	IMPACTO MÁXIMO	IMPACTO MÍNIMO	IMPACTO MÁXIMO	IMPACTO MÍNIMO
Signo	-1	-1	1	1
Magnitud	4	1	4	1
Desarrollo	2	0	2	0
Permanencia	2	1	2	1
Certidumbre	3	0	3	0
Reversibilidad	2	1	2	1
Sinergia	2	1	2	1
Viabilidad de adoptar medidas de mitigación	3	1	3	1
Ivn	-18	-5	18	5
Índice	1	0	1	0

Para determinar la significancia de los impactos respecto a los criterios se define lo siguiente:

TABLA V. 13 SIGNIFICANCIA DE IMPACTOS AMBIENTALES.

SIGNIFICANCIA	INTERVALOS
Muy alta	1 - 0.75
Alta	0.50 - 0.74
Media	0.25 - 0.49
Baja	0 - 0.25

V.1.3.2. Criterios

Los criterios de evaluación son elementos que permiten valorar los impactos ambientales de un proyecto. Los criterios utilizados en el presente análisis son los siguientes:

- **Magnitud:** se refiere al grado de afectación de un impacto concreto sobre un determinado factor, donde dependerá de las condiciones actuales del atributo. Para este criterio se utilizarán los valores: del 1 al 4 donde "4" representa un ambiente prístino y preservado y la puntuación más baja es 1, que indica que es un atributo afectado anteriormente, o bien, no presenta gran biodiversidad.
- **Signo:** muestra si el impacto es positivo (+), negativo (-) o neutro (o).
- **Desarrollo o Extensión:** considera la superficie afectada por un determinado impacto. Este criterio puede ser muy difícil de cuantificar, sin embargo, cuando su consideración es viable, es recomendable incluirlo pues su definición ayuda considerablemente en la valoración de los impactos al ambiente. Para este criterio se utilizarán los valores: "2","1", y "0", donde se evaluará lo siguiente:
  - 2: Destrucción total del atributo en el área donde se produce el efecto.
  - 1: Destrucción media del atributo en el área donde se produce el efecto.
  - 0: Afectación mínima
- **Permanencia:** este criterio hace referencia a la escala temporal en que actúa un determinado impacto y determina si el impacto persistirá en el ambiente una vez que el proyecto cese sus actividades. La escala de valoración es la siguiente:
  - 2: Permanente
  - 1: Temporal
- **Certidumbre:** este criterio se refiere al grado de probabilidad de que se produzca el impacto bajo análisis. Se define su valoración respecto a lo siguiente:
  - Cierto: 3
  - Probable: 2
  - Improbable: 1
  - Desconocido: 0
- **Reversibilidad:** bajo este criterio se considera la posibilidad de que, una vez producido el impacto, el sistema afectado pueda volver a su estado inicial. En este criterio para su valoración se considera lo siguiente:
  - No Reversible: 2
  - Reversible: 1
- **Sinergia:** el significado de la aplicación de este criterio considera la acción conjunta de dos o más impactos, bajo la premisa de que el impacto total es superior a la suma de los impactos parciales. La valoración de este criterio está dada por:
  - Sinérgico: 2
  - No sinérgico: 1
- **Viabilidad de adoptar medidas de mitigación:** dentro de este criterio se resume la probabilidad de que un determinado impacto se pueda minimizar con la aplicación de medidas de mitigación. Es muy

importante que esa posibilidad pueda acotarse numéricamente para señalar el grado de que ello pueda ocurrir. Para definir valores para este criterio se utilizará lo siguiente:

- Compensable: 3.
- Mitigable: 2.
- Prevenible: 1.

En el caso de los positivos se considera si se cubre una necesidad ecológica o socioeconómica, y la puntuación se establece como se menciona a continuación:

- Muy Necesario: 3
- Necesario: 2
- No necesario: 1

V.2. Evaluación de los impactos ambientales

En este apartado se muestra la aplicación de las metodologías de evaluación seleccionadas para evaluar los impactos ambientales que se prevé genere el proyecto.

Como resultado de la matriz de cribado se identificaron un total de 17 impactos ambientales, de los cuales cuatro se consideran positivos y los restantes negativos. A continuación, se presenta la valoración de los impactos aplicando los criterios preestablecidos.

TABLA V. 14 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS

No.	IMPACTO	SIGNO	MAGNITUD	DESARROLLO	PERMANENCIA	CERTIDUMBRE	REVERSIBILIDAD	SINERGIA	VIABILIDAD DE ADOPTAR MEDIDAS DE MITIGACIÓN	IVN	ÍNDICE
1	Aumento en los procesos de denudación	-1	1	0	2	3	2	1	3	-12	0.54
2	Modificaciones a la topografía por las actividades	-1	2	0	2	3	2	1	3	-13	0.62
3	Contaminación de suelo por derrame accidental de materiales de diferente naturaleza	-1	2	0	2	1	2	1	1	-9	0.31
4	Contaminación de suelo por el manejo inadecuado de residuos	-1	1	0	2	1	2	1	1	-8	0.23
5	Aumento en los niveles de erosión	-1	2	0	2	3	2	1	3	-13	0.62
6	Modificación de la calidad de aire por la emisión de gases efecto de la combustión	-1	1	0	1	2	1	1	1	-7	0.15
7	Modificación de la calidad del aire por la emisión de partículas	-1	1	0	1	2	1	1	2	-8	0.23
8	Aumento en los niveles de ruido	-1	1	0	1	3	1	1	2	-9	0.31
9	Modificación de la calidad de agua y dinámica hidrológica.	-1	2	0	2	1	2	1	1	-9	0.31
10	Pérdida de individuos de vegetación de selva baja caducifolia	-1	1	0	2	3	2	1	3	-12	0.54
11	Pérdida de hábitat por el desmonte de vegetación	-1	1	0	2	3	2	1	3	-12	0.54
12	Pérdida de individuos por el atropellamiento	-1	2	0	2	2	2	1	3	-12	0.54
13	Modificación del paisaje natural de la zona y especialmente en el cauce	-1	1	0	2	3	2	1	3	-12	0.54
14	Mejoramiento en la infraestructura vial y de transporte	1	3	1	2	3	2	1	2	14	-1.47
15	Aumento en la calidad de vida por la mejora de la infraestructura disponible	1	3	1	1	2	1	1	2	11	-1.23
16	Generación de empleos por las etapas de construcción y operación	1	3	1	1	3	1	1	2	12	-1.30
17	Aumento del consumo de bienes y servicios asociados	1	3	1	1	3	1	1	2	12	-1.30

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2023

V.2.1. Análisis de impactos ambientales ponderados

A continuación, se realiza una descripción de cada impacto determinado.

Impacto 1. Aumento en los procesos de denudación

La denudación es un proceso donde la capa más externa de la corteza se desprende debido a la acción de un agente externo y que puede ser asociada a la erosión. La denudación abarca distintos procesos que degradan el terreno y causan un rebaje de su superficie.

Al realizar la matriz de cribado se identificaron interacciones con la denudación, de manera que, se consideraron actividades que actúan como un agente que incrementa el proceso de denudación. Las actividades identificadas son: Desmonte de la vegetación, Despalme del suelo, Excavación, Zapatas de cimentación y Pilotes.

La sumatoria de la magnitud e intensidad correspondiente en el atributo de "denudación" dio un total de -56, mismo que ocupa el segundo lugar en puntuación respecto a los impactos negativos y se encuentra estrechamente relacionado con la Erodabilidad y los cambios en la topografía del lugar, mismos que serán los primeros impactos en la etapa de preparación del sitio.

Impacto 2. Modificaciones a la topografía por las actividades

La instalación del puente requiere realizar modificaciones topográficas al terreno, con el fin de colocar la infraestructura correctamente. Como se describió anteriormente en el capítulo II, la superficie que será modificada será una cantidad mínima, puesto que en total el puente medirá 30 metros de longitud.

Las actividades que interactúan con el atributo topográfico son las actividades de la etapa de preparación del sitio y las actividades de excavación para los pilotes, nivelación, rellenos, cortes, zapatas de cimentación y todas aquellas que requieran de perforación y afectación directa de la superficie. En este sentido, las actividades de la etapa de preparación del sitio se valoraron con mayor magnitud e intensidad, puesto que en esta etapa se realizará la mayor modificación en el relieve natural.

Este impacto resultó en el tercer lugar de los impactos negativos del proyecto sumando un total de -55 puntos.

Impacto 3. Contaminación de suelo por derrame accidental de materiales de diferente naturaleza

El uso de maquinaria pesada en las etapas de preparación del sitio y construcción produce cantidades considerables de aceites, lubricantes y combustibles, que de no ser gestionados y manejados de la manera correcta pueden generar contaminación en el suelo.

Asimismo, una vez que inicie la etapa de operación este impacto se presenta por el mantenimiento de la carpeta. Este impacto se valoró con puntuaciones bajas, debido a que es poco probable que se suscite, puesto que los residuos peligrosos se manejarán conforme a los lineamientos aplicables.

Impacto 4. Contaminación de suelo por el manejo inadecuado de residuos

En todas las actividades productivas se generarán residuos procedentes de las actividades de preparación del sitio, construcción y operación y las generadas por los trabajadores, por lo que se consideran residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos. Estos, se almacenarán temporalmente conforme lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y lo establecido por el municipio y serán recolectados por un proveedor autorizado por la Secretaría. Asimismo, mientras se confinen en las etapas de preparación y construcción del sitio, serán almacenados conforme a las disposiciones aplicables evitando su dispersión, o bien, su disposición inadecuada.

Este impacto cuenta con un total de -39 puntos y se encuentra en octavo lugar mismo que sumado al anterior, debido a que pertenecen al mismo atributo ambiental analizado, en total cuentan con -116 puntos.

Impacto 5. Aumento en los niveles de erosión

Las primeras actividades del proyecto que aumentarán la erosión son las correspondientes al desmonte y despalme de vegetación. La vegetación existente disminuirá el riesgo de erosión del suelo, puesto que las raíces impiden el desprendimiento del suelo y con la intercepción de la escorrentía disminuyen la erosión hídrica. En el caso del que la vegetación sea removida se contribuye de manera negativa a los procesos de erosión.

Al realizar movimientos de tierra en el sitio para llevar a cabo la construcción del puente, se realizarán adecuaciones al relieve para poder realizar la construcción posteriormente.

El impacto por el desmonte y despalme de vegetación presentan una puntuación mayor a la asignada para la colocación de pilotes y cimentación. Lo anterior debido a que estas instalaciones se efectuarán una vez que el suelo fue impactado anteriormente por las actividades de la etapa de preparación del sitio.

En total el impacto sumó un total de -77 puntos, que representa el lugar primer lugar en la escala de impactos.

Impacto 6. Modificación de la calidad de aire por la emisión de gases efecto de la combustión

La combustión interna de los motores que utilizan gasolina, diésel y otros combustibles fósiles genera emisiones principalmente de: nitrógeno, oxígeno, dióxido de carbono, vapor de agua e hidrógeno. monóxido de carbono, hidrocarburos y óxidos de nitrógeno. Las actividades que interactúan con la composición gaseosa del aire son las que requieren del uso de la maquinaria a base de combustible para operarse.

Debido a que no se cuenta con emisiones fijas no se considera un impacto significativo, debido a que serán temporales y puntuales en la mayor parte de las actividades se calificó con puntuaciones bajas. Al momento de encontrarse en operación el proyecto, se considerará un aumento de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), debido a que se registrará un mayor número de vehículos, no obstante, se considera que actualmente, el deterioro de la capa asfáltica también está desarrollando aumento en este tipo de emisiones.

La puntuación de este atributo quedó en -43, teniendo el séptimo lugar de importancia.

Impacto 7. Modificación de la calidad del aire por la emisión de partículas

En relación con este impacto se consideran aquellas actividades que generan la emisión de partículas de polvo, como: Desmonte de la vegetación, Despalme del suelo, Excavación y Acarreo de materiales.

Este impacto se considera mayor a la hora de efectuar movimiento de tierra y desmonte de vegetación, así como acciones de excavación. Suma un total de -49 y se considera en cuarto lugar. Asimismo, las acciones mitigantes podrán reducir el impacto en gran medida.

Impacto 8. Aumento en los niveles de ruido

Actualmente, en el área del proyecto los niveles de ruido son mínimos. No obstante, al iniciar los trabajos correspondientes a la construcción del puente y modernización de sus accesos, se aumentarán los niveles sonoros que serán significativos durante las etapas de preparación del sitio y construcción.

Este impacto considera una valoración de -44 se considera el sexto impacto negativo más representativo.

Impacto 9. Modificación de calidad de agua y dinámica hidrológica.

El uso de la maquinaria pesada, demolición de la estructura existe y la remoción de material vegetal, en las etapas de preparación y construcción del proyecto puede generar alteración en la calidad del agua del cauce intermitente.

Este impacto es prevenible y en caso de derrames o presencial de materiales accidentales, se realizarán acciones inmediatas para su remediación. Por lo anterior y por qué este impacto puede suscitarse con el desarrollo de varias actividades en las etapas de preparación y construcción, resultó con una puntuación considerable entre los impactos negativos, alcanzando -36 puntos negativos.

10. Pérdida de individuos de vegetación

Para realizar el proyecto se requiere del retiro de vegetación. Conforme a la carta de usos de suelo y vegetación serie VII del INEGI (2017), la zona presenta vegetación de tipo ***secundaria arbustiva de selva baja caducifolia,*** mismo que se corroboró en campo. Si bien, se considera un atributo afectado por actividades antropogénicas (intensidad 2), el impacto detectado se considera medio puesto que afectará sitios puntuales donde la vegetación se afectará (magnitud -3).

Dado lo anterior, el impacto obtuvo una calificación de -2 puntos, colocándose en el onceavo lugar de los impactos negativos.

11. Pérdida de hábitat por el desmonte de vegetación

De acuerdo con la descripción presentada en el capítulo VI correspondiente al Sistema Ambiental, no se detectaron especies en alguna categoría de riesgo o alguna especie sensible en el área. Sin embargo, al remover la vegetación se perderá hábitat potencial que puede ser utilizado para refugio, alimentación o reproducción. Por lo anterior, la actividad asociada a este impacto es la remoción de vegetación.

Derivado de lo anterior, se consideró una puntuación de -25 puntos debido a la fragmentación que se generará. No se omite mencionar que el área del proyecto actualmente se encuentra impactado por actividades antrópicas.

12. Pérdida de individuos por el atropellamiento

Las vías de comunicación representan un riesgo para el desplazamiento de la fauna, es por ello que, al construir el puente y el aumento en el transito que implica la obra, incrementará el riesgo de atropellamiento de individuos de fauna terrestre, principalmente mamíferos pequeños.

Aunque no se detectaron especies de la NOM-059-SEMARNAT-2010, se considera la valoración igual al impacto anterior debido a que es el mismo atributo, lo que implicó una suma de -22 puntos negativos a este atributo.

13. Modificación del paisaje natural de la zona y especialmente en el cauce.

El inicio de las actividades de preparación del sitio y construcción implican la introducción de trabajadores, maquinaria y equipo que actualmente no se encuentra en el sitio, por lo que implica un impacto negativo en la zona del proyecto.

Por otro lado, actualmente el paisaje de la zona del proyecto presenta infraestructura en mal estado que cruza el cauce intermitente, mismo que será protegido durante la construcción del nuevo puente y modernización de sus accesos. Al terminar la construcción del puente habrá modificaciones sobre el paisaje que no representará una modificación radical.

El paisaje tiene la capacidad de asimilarlo se consideró una puntuación de -21 puntos sobre el atributo ambiental, siendo el quinceavo impacto negativo.

14. Mejoramiento en la infraestructura vial y de transporte

Al implementar esta obra en el estado de Oaxaca se contribuye a la mejora de la infraestructura vial logrando una mejor conectividad en el estado. Además, implica una oportunidad para establecer nuevas rutas de transporte.

Este impacto obtuvo una puntuación positiva de 23 al representar una obra social que apoyará a la comunidad del municipio y especialmente a las localidades Barrio San José y San Juan Cuitité.

15. Aumento en la calidad de vida por la mejora de la infraestructura disponible

Con la realización del proyecto se logrará mejorar la comunicación entre las diferentes localidades del municipio donde se realizará el proyecto. Asimismo, mejorará la actividad económica de la región e implicará una mejora en cuestión socioeconómica, ya que el proyecto impulsará el aprovechamiento sostenible de los recursos de la región. Este impacto se valoró con un total de 24 puntos.

16. Generación de empleos por las etapas de construcción y operación

La generación de empleos se requiere a lo largo de la mayor parte de las actividades, por lo que al realizar la suma de la magnitud e intensidad se considera como el mayor impacto positivo significativo, con una puntuación de 46.

17. Aumento del consumo de bienes y servicios asociados

Durante la etapa de preparación del sitio y de construcción se requiere de la compra de insumos y de la contratación de servicios para llevar a cabo las actividades del proyecto. Es por ello que el proyecto contribuye positivamente al sector económico de la región.

Debido a que se requiere de bienes y servicios en la mayor parte de las actividades del proyecto este impacto se considera el segundo impacto positivo con una puntuación de 42.

En la siguiente tabla se muestra el impacto potencial que puede generar el proyecto, en función del número total de interacciones detectadas y posibles.

TABLA V. 15 RESUMEN DEL IMPACTO TOTAL DEL PROYECTO.

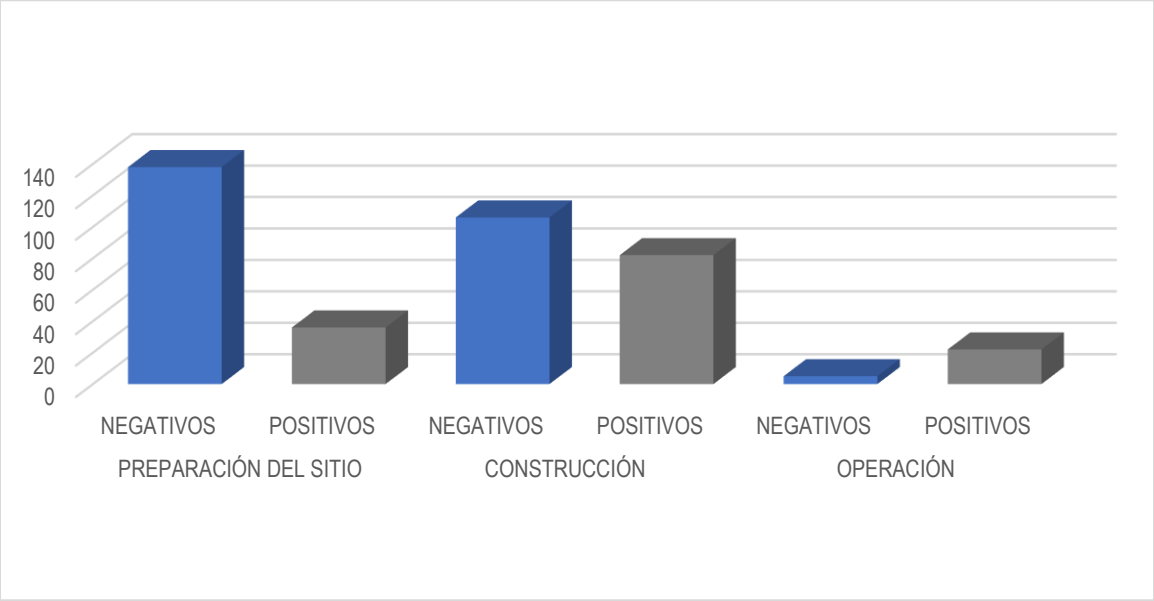
ACTIVIDADES	24
ATRIBUTOS AMBIENTALES	31
INTERACCIONES POTENCIALES	1488
INTERACCIONES DETECTADAS	790
PORCENTAJE DE IMPACTO DEL PROYECTO	53.09%

Fuente: SECIRA, S.A de C.V., 2023.

V.2.1.1. Análisis de impactos por magnitud e importancia por etapa del proyecto

Los resultados obtenidos del análisis de interacciones por etapa del proyecto se muestran en la siguiente gráfica, las interacciones se clasifican por clase o tipo el efecto que tendrán sobre el medio.

GRÁFICA V. 1 NÚMERO Y TIPO DE IMPACTOS POR ETAPA DEL PROYECTO



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2023.

Como se puede observar en la gráfica anterior la etapa del proyecto que presenta mayor número de interacciones es la etapa de preparación del sitio, sin embargo, se torna de vital importancia desglosar tanto las interacciones negativas como las benéficas que se generarán en dicha etapa, por lo que a continuación, se presenta un análisis de las interacciones aplicando la magnitud e importancia, para el posterior análisis de los efectos generados de dichas interacciones.

V.2.1.1.1. Preparación

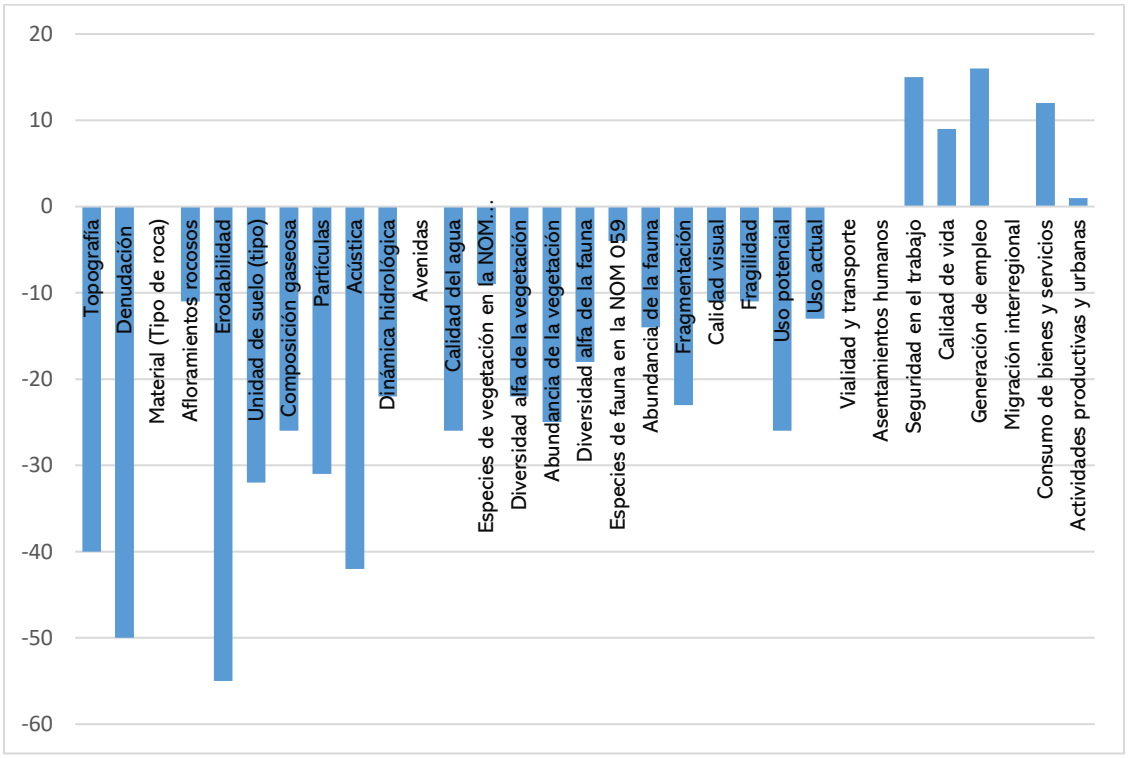
TABLA V. 16 MAGNITUD E IMPORTANCIA DE LAS INTERACCIONES EN LA ETAPA DE PREPARACIÓN

Medio	Factor	Etapa: Preparación / Actividad / Subfactor	1. Trazo y delimitación del área de construcción del puente		2. Desmonte de la vegetación		3. Despalme del suelo		4. Demolición de estructura existente		5. Manejo de los restos vegetales.		6. Excavación para pilotes		7. Nivelación y Rellenos		8. Cortes		9. Zapatas de cimentación y pilotes		TOTAL
			M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	
ABIÓTICO	Geomorfología	Topografía	-1	1	-3	3	-3	3					-3	3	-2	2	-2	2	-2	2	-40
		Denudación			-5	4	-5	4							-3	2	-2	2			-50
	Geología	Material (Tipo de roca)																			0
		Afloramientos rocosos			-1	1	-2	1							-2	2	-2	2			-11
	Suelo	Erodabilidad			-4	4	-4	4	-2	2	-2	2	-3	3	-3	3	2	2	-1	1	-55
		Unidad de suelo (tipo)			-2	2	-3	3	-2	2	-2	2	-2	2	-1	2	-2	2	-1	1	-32
	Aire	Composición gaseosa			-2	2	-2	2	-3	2	-2	2	-2	2	-2	1	-1	1	-1	1	-26
		Partículas	-2	2	-2	2	-2	2	-2	3	-2	1	-2	2	-2	2	-1	2	-1	1	-31
		Acústica			-3	2	-3	2	-3	2			-3	2	-3	2	-3	2	-3	2	-42
	Hidrología subterránea	Dinámica hidrológica			-2	2	-2	2	-2	2	-2	1	-2	2	-2	2					-22
		Avenidas																			0
		Calidad del agua			-2	2	-1	1	-2	2	-1	1	-3	2	-3	2	-2	2			-26
Biótico	Vegetación	Especies de vegetación en la NOM 059			-3	3															-9
		Diversidad alfa de la vegetación	-2	2	-3	2	-3	2	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-22
		Abundancia de la vegetación	-2	2	-2	2	-2	2	-2	2	-2	1	-2	1	-2	1	-2	1	-1	1	-25
	Fauna	Diversidad alfa de la fauna	-2	2	-2	2	-2	2	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-18
		Especies de fauna en la NOM 059			-2	2															-4
		Abundancia de la fauna			-2	2	-2	1	-2	1	-1	1	-2	1	-1	1	-1	1	-1	1	-14
	Hábitat	Fragmentación			-3	3			-3	3	-1	1	-2	2							-23
Paisaje	Fondo escénico y estético	Calidad visual			-2	2	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-11
		Fragilidad			-2	2	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-11
Socioeconómico	Uso de suelo	Uso potencial			-3	3	-3	2	-3	2	-1	1	-2	1	-1	1	-1	1			-26
		Uso actual			-2	1	-2	1	-1	1	-1	1	-1	1	-2	2	-1	1	-1	1	-13
	Desarrollo urbano	Vialidad y transporte																			0
		Asentamientos humanos																			0
	Salud y Seguridad social	Seguridad en el trabajo	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	15
		Calidad de vida	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
	Económicos	Generación de empleo	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	1	2	1	16
		Migración interregional																			0
		Consumo de bienes y servicios			1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	2	1	2	1	12
		Actividades productivas y urbanas															1	1			1
TOTAL			-16		-148		-101		-54		-20		-55		-52		-27		-14		

Como parte del análisis tenemos etapa de preparación del proyecto 174 interacciones totales de las cuales 138 son de carácter negativo y 36 de carácter positivo, las interacciones negativas con mayor magnitud y significancia se presentan en los atributos de suelo, geomorfología, acústica y vegetación y se producen principalmente por las actividades de desmonte de la vegetación. Por otra parte, la mayor acumulación en cuanto a magnitud y significancia se refiere (-55) se presentan en el atributo erodabilidad como consecuencia de la ejecución de todas las actividades de esta etapa como son, el trazo y delimitación del derecho de vía, desmonte de la vegetación, despalme del suelo y excavación. Por su parte las interacciones identificadas entre

el atributo denudación y las actividades de desmonte, despalme y excavación presentan una magnitud e intensidad igual a -50 además, se puede observar que el componente aire se verá afectado ya que se presentan interacciones negativas en la composición gaseosa, referente a la generación y levantamiento de polvo (-26), en el levantamiento de partículas (-31) y en los niveles acústicos (-42).

GRÁFICA V. 2 ACUMULACIÓN NEGATIVA DE MAGNITUD E IMPORTANCIA DE LOS IMPACTOS POR ATRIBUTO AMBIENTAL EN LA ETAPA DE PREPARACIÓN



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2023

Con respecto a los impactos positivos en la etapa de preparación, estos se darán con una acumulación importante de 17 y 16 impactando directamente los atributos de incremento de bienes y servicios y generación de empleos derivado de la ejecución de todas las actividades que conforman esta etapa.

V.2.1.1.2. Construcción

TABLA V. 17 MAGNITUD E IMPORTANCIA DE LAS INTERACCIONES EN LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

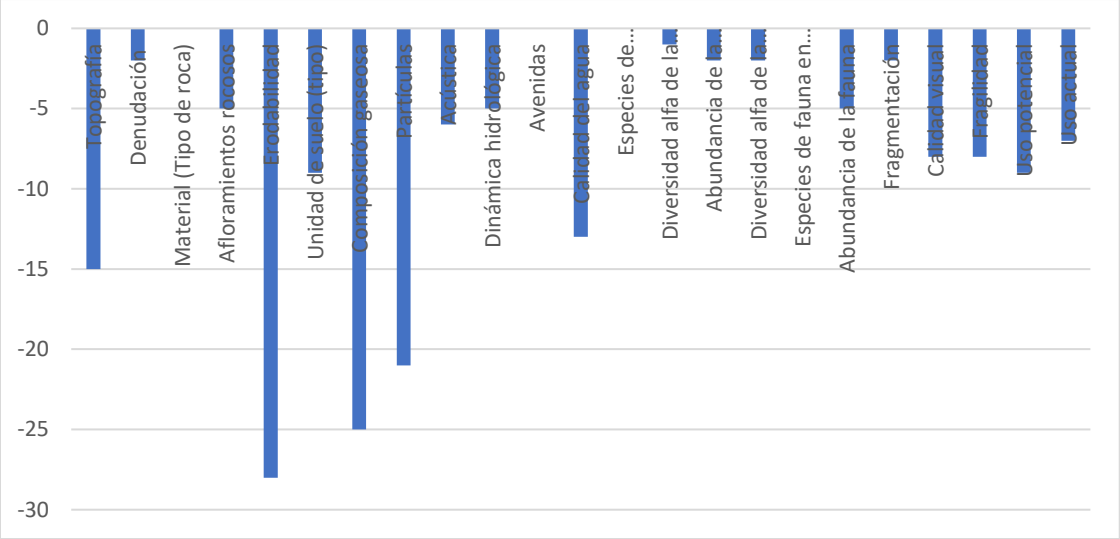
Medio	Factor	Etapa / Actividad / Subfactor	Construcción del proyecto																										TOTAL
			10		11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		
			10. Plataforma del puente y juntas de dilatación		11. Sistema de drenaje		12. Acarreo de materiales (tierras)		13. Construcción de terraplenes		14. Obras complementarias		15.Formación de la capa subrasante y Base Hidráulica.		16. Colocación de carpeta asfáltica, incluye riegos de liga y sello		17. Manejo y disposición de residuos de obra		18. Instalación de Señalamientos.		19. Limpieza de sitio y desmantelamiento de la infraestructura de apoyo		20. Rehabilitación de sitios		
			M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I		
Abiótico	Geomorfología	Topografía	-1	2	-3	2			-2	2	-1	1			-1	2										-15
		Denudación											-1	1	-1	1										-2
	Geología	Material (Tipo de roca)																								0
		Afloramientos rocosos											-2	2	-1	1										-5
	Suelo	Erodabilidad	-1	1	-2	2	-2	2	-1	1	-2	1	-1	2	-3	4	-2	2	-2	2			3	2		-28
		Unidad de suelo (tipo)	-1	1	-2	3	2	1	-1	2	-1	1	-1	1	-2	2							2	2		-9
	Aire	Composición gaseosa	-1	2	-2	2	-2	1	-1	2	-2	2	-1	1	-3	3	-2	1	-2	1	-1	1	2	2		-25
		Partículas	-2	1	-2	2	-2	1	-1	1	-3	1	-1	1	-2	2	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1		-21
		Acústica							-3	2																-6
	Hidrología subterránea	Dinámica hidrológica			-2	2	-1	1							-2	2							2	2		-5
		Avenidas																								0
		Calidad del agua	-2	1	-1	1	-1	1	-1	1	-2	1	-1	1	-2	1	-1	1	-1	1			-1	1		-13
Biótico	Vegetación	Especies de vegetación en la NOM 059																								0
		Diversidad alfa de la vegetación					-1	1																		-1
		Abundancia de la vegetación			-2	1	-2	1	-2	1													2	2		-2
	Fauna	Diversidad alfa de la fauna	-1	1															-1	1						-2
		Especies de fauna en la NOM 059																								0
		Abundancia de la fauna	-1	1	-2	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1			-1	1	-1	1			2	2		-5
	Hábitat	Fragmentación			-2	1																				-2
Paisaje	Fondo escénico y estético	Calidad visual			-2	1	-1	1	-1	1	-2	1	-1	1	-2	1	-1	1	-1	1	-1	1	2	2		-8
		Fragilidad			-2	1	-1	1	-1	1	-2	1	-1	1	-2	1	-1	1	-1	1	-1	1	2	2		-8
Socioeconómico	Uso de suelo	Uso potencial			-2	1	-1	1	-1	1					-2	2			-1	1						-9
		Uso actual	-1	1			-2	1			-1	1	-1	1	-2	1	-1	1	-1	1			2	1		-7
	Desarrollo urbano	Vialidad y transporte																			2	2				4
		Asentamientos humanos																								0
	Salud y Seguridad social	Seguridad en el trabajo	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1		22
		Calidad de vida	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		11
	Económicos	Generación de empleo	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1		22
		Migración interregional																								0
		Consumo de bienes y servicios	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1		22
		Actividades productivas y urbanas															1	1					2	2		5
TOTAL			-6		-34		-10		-16		-12		-8		-42		-4		-7		7		45			

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2023.

Para la etapa de construcción, se puede observar que el atributo que se verá mayormente afectado es suelo debido al aumento de la erosión, esto se debe principalmente a que el proyecto refiere a la construcción de un puente y modernización de sus accesos, por lo que, las actividades de perforación y cimentación de zapatas y pilotes, construcción de terraplenes y la formación de la capa subrasante y base hidráulica, tendrán gran impacto sobre este factor. Por su parte, la atmósfera será impactada por la generación material particulado (-21) y de gases de efecto invernadero (-19) durante los acarreos de material y la cimentación de zapatas, sin embargo, las actividades serán puntuales, temporales y no acumulativas. Asimismo, estas actividades son mitigables.

Es importante mencionar que la mayor cantidad de impactos que se presentan durante esta etapa del proyecto son negativos, sin embargo, se clasifican como impactos no significativos ya que su escala es baja y en su mayoría serán temporales exceptuando la modificación del suelo.

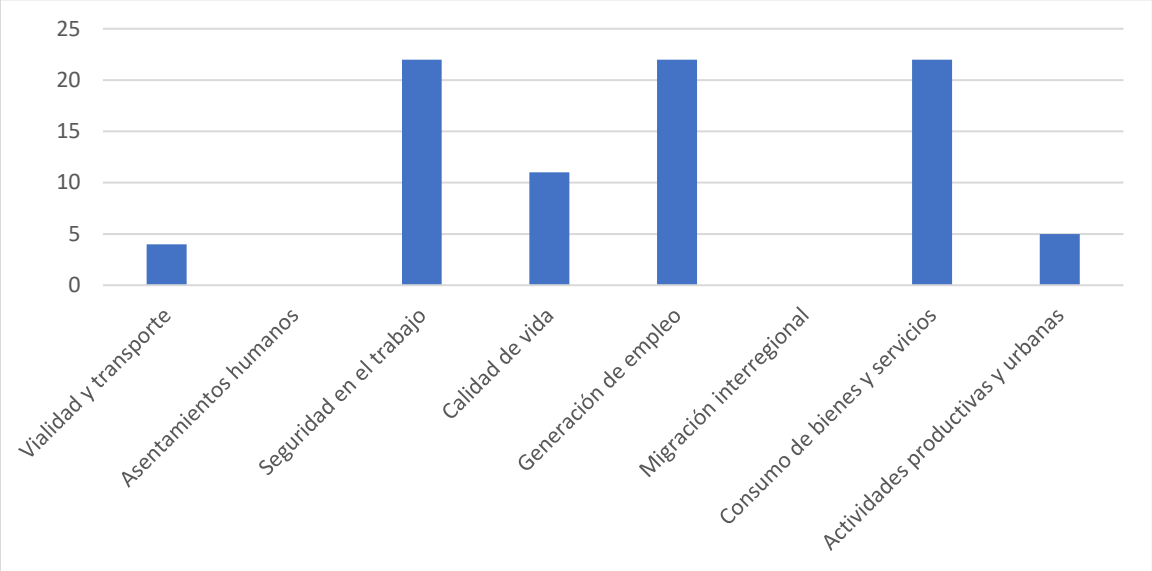
GRÁFICA V. 3 ACUMULACIÓN NEGATIVA DE MAGNITUD E IMPORTANCIA DE LOS IMPACTOS POR ATRIBUTO AMBIENTAL EN LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2023.

Con respecto a los efectos positivos, estos impactarán principalmente a los atributos de generación de empleo y consumo de bienes y servicios, esto derivado de que las actividades del proyecto incrementarán la demanda de productos y servicios en la zona del proyecto, además de que se incentivará la generación de empleos formales y aumentará la calidad de vida de los lugareños al incrementar el poder adquisitivo de los trabajadores locales. Es importante mencionar que los impactos benéficos que generan las actividades constructivas se darán principalmente al sector socioeconómico ya que las actividades que se desarrollaran generaran empleo y aumentaran el consumo de bienes y servicios. Además, se espera que al desmantelar la infraestructura provisional y retirar maquinaria, equipo y personal de campo se prevé que el sitio retorne su dinámica actual.

GRÁFICA V. 4 ACUMULACIÓN POSITIVA DE MAGNITUD E IMPORTANCIA DE LOS IMPACTOS POR ATRIBUTO AMBIENTAL EN LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2023.

V.2.1.1.3. Operación y mantenimiento

TABLA V. 18 MAGNITUD E IMPORTANCIA DE LAS INTERACCIONES EN LA ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

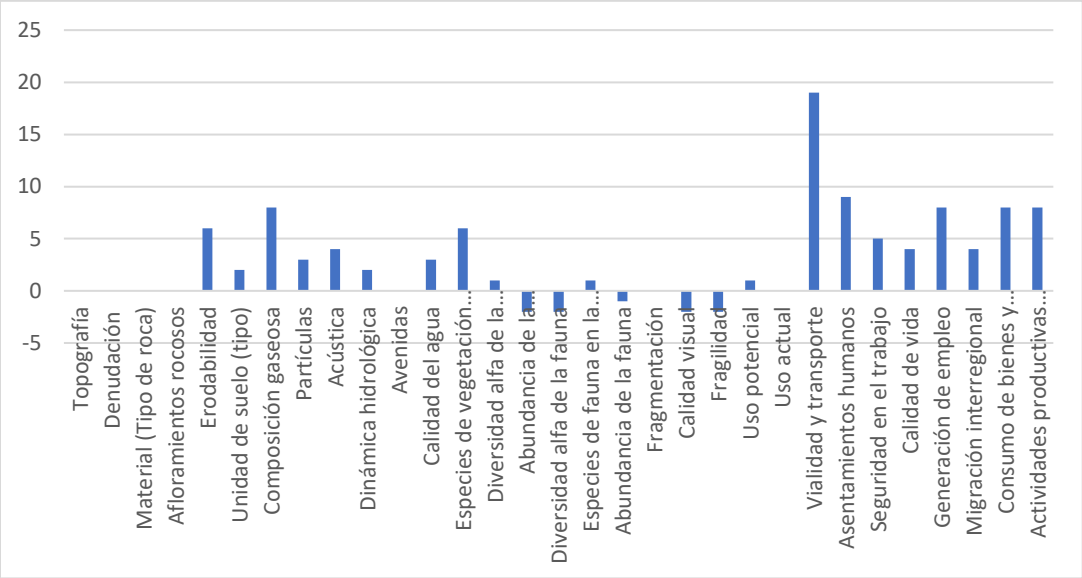
Medio	Factor	Subfactor	Etapa: Operación y mantenimiento								TOTAL
		Actividad	21		22		23		24		
			21. Tránsito y transporte (Agrícola, carga, público y privado)	22. Programa de vigilancia	21. Tránsito y transporte (Agrícola, carga, público y privado)	22. Programa de vigilancia	23. Mantenimiento de super estructura		24. Mantenimiento carpeta asfaltica		
			M	I	M	I	M	I	M	I	
Abiótico	Geomorfología	Topografía									0
		Denudación									0
	Geología	Material (Tipo de roca)									0
		Afloramientos rocosos									0
	Suelo	Erodabilidad	-1	1	2	2	1	1	1	2	6
		Unidad de suelo (tipo)			2	1					2
	Aire	Composición gaseosa	2	1	2	2	1	1	1	1	8
		Partículas	-1	1	1	1	2	1	1	1	3
		Acústica			2	2					4
	Hidrología subterránea	Dinámica hidrológica			2	1					2
		Avenidas									0
		Calidad del agua	-1	1	2	2					3
Biótico	Vegetación	Especies de vegetación en la NOM 059			2	3					6
		Diversidad alfa de la vegetación			1	1					1
		Abundancia de la vegetación	-2	1							-2
	Fauna	Diversidad alfa de la fauna			1	1					-2
		Especies de fauna en la NOM 059			1	1					1
		Abundancia de la fauna	-1	1	2	2	-2	2			-1
	Hábitat	Fragmentación									0
Paisaje	Fondo escénico y estético	Calidad visual	-1	1	1	1	-1	1	-1	1	-2
		Fragilidad	-1	1	1	1	-1	1	-1	1	-2
Socioeconómico	Uso de suelo	Uso potencial			1	1					1
		Uso actual	-1	1	1	1					0
	Desarrollo urbano	Vialidad y transporte	2	2			3	3	3	2	19
		Asentamientos humanos					2	2	1	1	9
	Salud y Seguridad social	Seguridad en el trabajo	2	1	1	1	1	1	1	1	5
		Calidad de vida	1	1	1	1	1	1	1	1	4
	Económicos	Generación de empleo	2	1	2	1	2	1	2	1	8
		Migración interregional					2	1	2	1	4
		Consumo de bienes y servicios	2	1	2	1	2	1	2	1	8
		Actividades productivas y urbanas					3	2	2	1	8
TOTAL			4		44		25		19		

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2023.

Como resultado del análisis de impactos por magnitud e importancia, para la etapa de operación y mantenimiento se tiene que, los efectos adversos que ocasionará el proyecto en esta etapa se darán principalmente sobre el atributo de abundancia de la fauna (-4), la calidad visual (-2) y la fragilidad del paisaje (-2), esto derivado de que se podrán dar atropellamientos de fauna sobre todo en la zona de accesos, además de que el aumento del tránsito vehicular modificará el paisaje de forma permanente.

Por otro lado, los impactos positivos que se darán en la etapa de operación y mantenimiento son principalmente para el factor socioeconómico a las actividades productivas y urbanas, en la demografía, generación de empleos y mejoras a la vialidad y transporte.

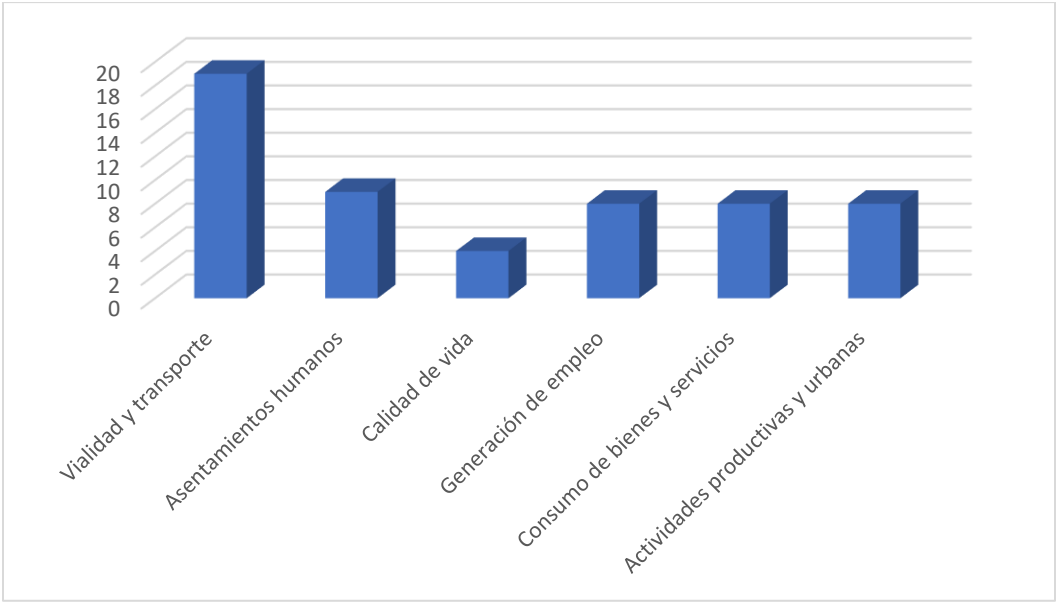
GRÁFICA V. 5 ACUMULACIÓN POSITIVA Y NEGATIVA DE MAGNITUD E IMPORTANCIA DE LOS IMPACTOS POR ATRIBUTO AMBIENTAL EN LA ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2023.

No se omite recalcar que los impactos benéficos apoyarán al desarrollo económico de la región, se mejorarán las condiciones actuales de un puente e incrementará la seguridad para los usuarios.

GRÁFICA V. 6 ACUMULACIÓN POSITIVA DE MAGNITUD E IMPORTANCIA DE LOS IMPACTOS POR ATRIBUTO AMBIENTAL EN LA ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2023.

V.2.1.2. Análisis de impactos por ponderación de Ivn

Con la aplicación de la matriz se detectaron 17 impactos ambientales totales, derivados de un total de 393 interacciones entre las actividades del proyecto y los atributos ambientales estudiados.

La clasificación de la ponderación de los impactos se basó en la escala descrita en la metodología del índice de incidencia antes descrita.
En la siguiente tabla se muestran únicamente las categorías de los impactos detectados para el presente proyecto.

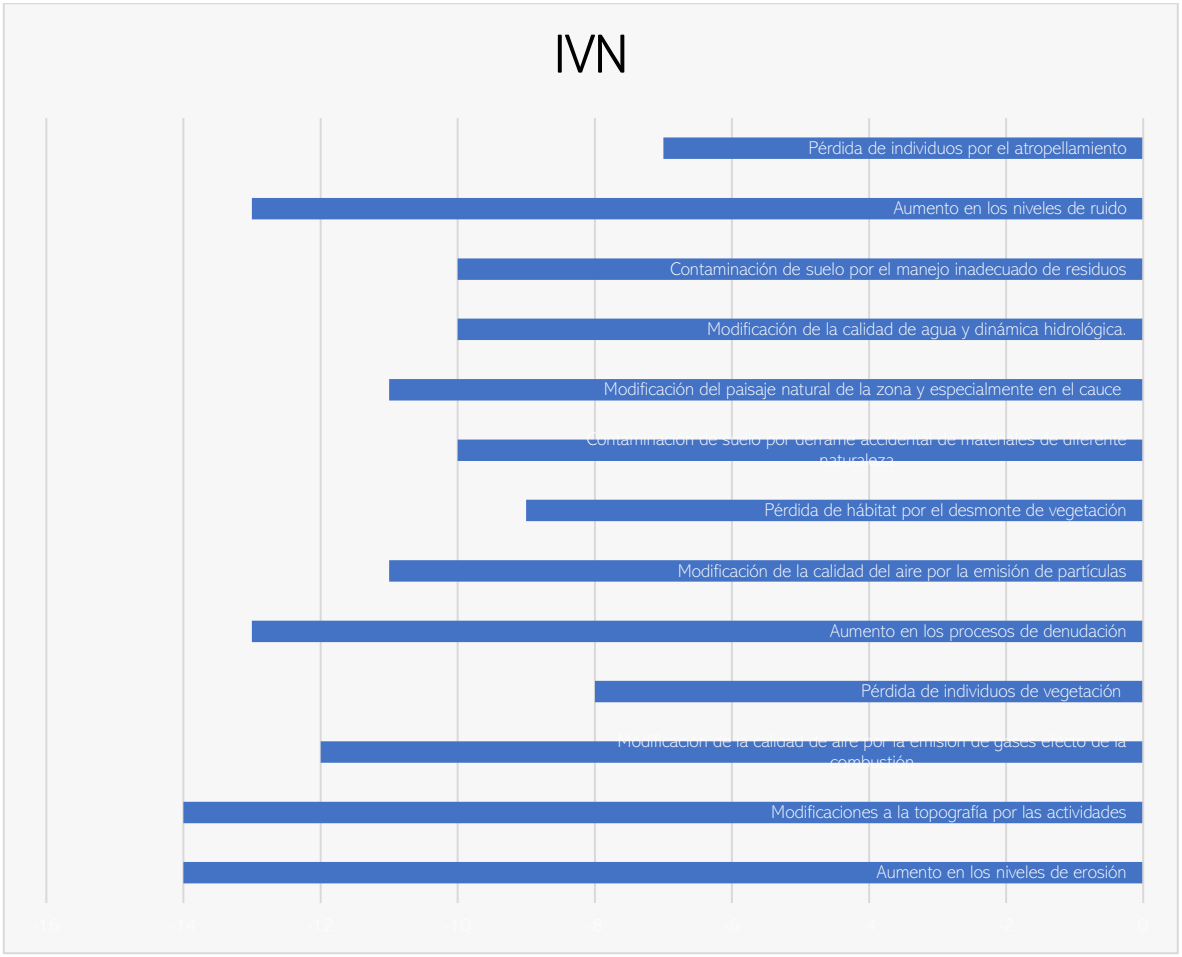
TABLA V. 19 CLASIFICACIÓN DE LA PONDERACIÓN DE LOS IMPACTOS

CRITERIOS	NEGATIVO		POSITIVO	
	IMPACTO MÁXIMO	IMPACTO MÍNIMO	IMPACTO MÁXIMO	IMPACTO MÍNIMO
Signo	-1	-1	1	1
Magnitud	4	1	4	1
Desarrollo	2	0	2	0
Permanencia	2	1	2	1
Certidumbre	3	0	3	0
Reversibilidad	2	1	2	1
Sinergia	2	1	2	1
Viabilidad de adoptar medidas de mitigación	3	1	3	1
Ivn	-18	-5	18	5
Índice	1	0	1	0

Con base en la clase de impactos detectados se puede decir que el impacto del proyecto NO implicará un cambio mayor en el área del proyecto y SA toda vez que los impactos negativos detectados se encuentran con un marcador máximo de significancia dentro de las categorías que comprenden las clases de impactos del Ivn.

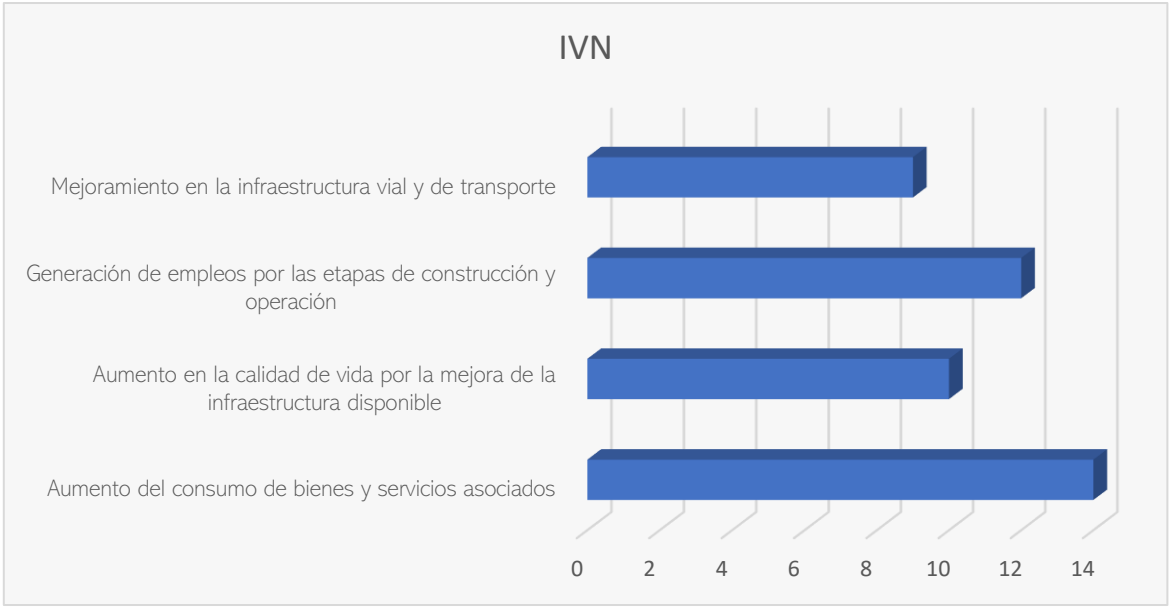
En las siguientes gráficas se muestra la distribución de los impactos ambientales detectados de acuerdo con la ponderación obtenida en el índice de incidencia (Ivn) aplicado.

GRÁFICA V. 7 DISTRIBUCIÓN DE LOS IMPACTOS NEGATIVOS DE ACUERDO CON EL ÍNDICE DE INCIDENCIA



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2023.

GRÁFICA V. 8 DISTRIBUCIÓN DE LOS IMPACTOS POSITIVOS DE ACUERDO CON EL ÍNDICE DE INCIDENCIA



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2023.

Los resultados del análisis por marcador de Ivn nos muestran que los atributos con mayores impactos negativos son: la erodabilidad, topografía, el aumento en los procesos de denudación, en los niveles de ruido y modificación de la calidad del aire por la emisión de gases efecto de la combustión. Estos atributos se verán invariablemente impactados derivado de la ejecución de las actividades del proyecto, principalmente durante las etapas de preparación y construcción.

Por su parte la modificación del relieve muestra una considerable acumulación debido a que serán impactos permanentes y acumulativos.

De lo anterior se concluye que las actividades que generarán los principales efectos serán el aumento o aceleración de los procesos de erosión (-14), modificación a la topografía (-14), aumento en los procesos de denudación (-13), aumento en los niveles de ruido (-13) y modificación a la calidad del aire (-12) derivados del desmonte de vegetación, despalme de suelo, excavaciones, zapatas de cimentación, pilotes, construcción de terraplenes y tránsito de automóviles.

Los efectos negativos de importancia media se darán hacia la modificación de la calidad del aire por emisión de partículas (-11), la modificación del paisaje natural de la zona y especialmente en el cuerpo de agua (-11), la contaminación del suelo por derrame accidental de materiales de diferente naturaleza (-10), la modificación de la calidad de agua y dinámica hidrológica (-10) y la contaminación del suelo por el manejo inadecuado de residuos (-10), lo anterior debido a que la mayoría de las actividades de las diversas etapas del proyecto impactarán al hábitat y afectarán la calidad del suelo y del aire, suelo y agua. En este sentido, no se afectará al cauce intermitente por lo que, se consideran impactos de carácter temporal, reversible y no acumulativos y al ser atributos continuamente impactados, retornarán su estado actual una vez terminada la etapa de construcción. Otro atributo con acumulación media es la calidad del agua, debido a que al tratarse de la instalación de un puente para librar un cauce intermitente, las actividades constructivas se llevarán a cabo en zonas aledañas al mismo, en los márgenes de este y sobre el mismo cauce lo que modificará temporalmente la calidad del recurso hídrico. No obstante, con la aplicación de medidas preventivas y mitigantes, este impacto medio se puede reducir.

Por lo anterior la ejecución de medidas preventivas y de control para no contaminar el recurso hídrico y mitigar los efectos hacia la geomorfología y el suelo se tornan imprescindibles para la viabilidad ambiental del proyecto.

V.2.3 Selección y descripción de los impactos significativos

V.2.3.1. Jerarquización de los impactos ambientales negativos

Una vez realizado el análisis de impactos por: etapa del proyecto y valoración del Ivn, se procede a seleccionar y describir los impactos de mayor significancia dentro del proyecto.

Para poder llevar a cabo una adecuada selección y descripción de los impactos significativos se realizó una sumatoria de los marcadores obtenidos para actividad para así conocer cuales actividades representan el mayor impacto tanto negativo como positivo. Posteriormente se clasificaron de acuerdo con tres intervalos para determinar su categoría; la clasificación es la siguiente.

TABLA V. 20 CATEGORÍAS DE LOS IMPACTOS EVALUADOS CON EL ÍNDICE DE INCIDENCIA (IVN).

SIGNIFICANCIA	INTERVALOS
Alta	0.50 - 0.74
Media	0.25 - 0.49
Baja	0 - 0.25

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2023.

Con la obtención del índice, se puede realizar la clasificación o jerarquización de los impactos, los resultados obtenidos se presentan en la siguiente tabla:

TABLA V. 21 JERARQUIZACIÓN DE LOS IMPACTOS NEGATIVOS

No.	IMPACTO	IVN	ÍNDICE	CATEGORIA DE SIGNIFICANCIA
1	Aumento en los niveles de erosión	-14	0.69	Alta
2	Modificaciones a la topografía por las actividades	-14	0.69	Alta
3	Modificación de la calidad de aire por la emisión de gases efecto de la combustión	-13	0.62	Alta
4	Pérdida de individuos de vegetación	-13	0.62	Alta
5	Aumento en los procesos de denudación	-12	0.54	Alta
6	Modificación de la calidad del aire por la emisión de partículas	-11	0.46	Media
7	Pérdida de hábitat por el desmonte de vegetación	-11	0.46	Media
8	Contaminación de suelo por derrame accidental de materiales de diferente naturaleza	-10	0.38	Media
9	Modificación del paisaje natural de la zona y especialmente en el cauce	-10	0.38	Media
10	Modificación de la calidad de agua y dinámica hidrológica.	-10	0.38	Media
11	Contaminación de suelo por el manejo inadecuado de residuos	-9	0.31	Media
12	Aumento en los niveles de ruido	-8	0.23	Baja
13	Pérdida de individuos por el atropellamiento	-7	0.15	Baja
14	Aumento del consumo de bienes y servicios asociados	9	-1.08	Baja
15	Aumento en la calidad de vida por la mejora de la infraestructura disponible	10	-1.15	Baja
16	Generación de empleos por las etapas de construcción y operación	12	-1.31	Baja
17	Mejoramiento en la infraestructura vial y de transporte	14	-1.46	Baja

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2023.

Como se puede observar, los impactos negativos con mayor significancia que modificarán a los factores ambientales como suelo, geomorfología, vegetación, fauna y paisaje de la zona donde se pretende implantar el proyecto, se presentan principalmente en las etapas de preparación y construcción. Los impactos más importantes se generarán durante la excavación, pilotes, zapatas de cimentación, construcción de terraplenes, desmonte de la vegetación y despalme, esto se debe a las modificaciones irreversibles y permanentes que estas actividades propiciarán sobre la geomorfología, a nivel edáfico y composición del hábitat aunado a impactos temporales y reversibles que se darán sobre la calidad del aire y calidad del agua.

En la siguiente tabla se analiza la representatividad y distribución porcentual de los impactos negativos identificados.

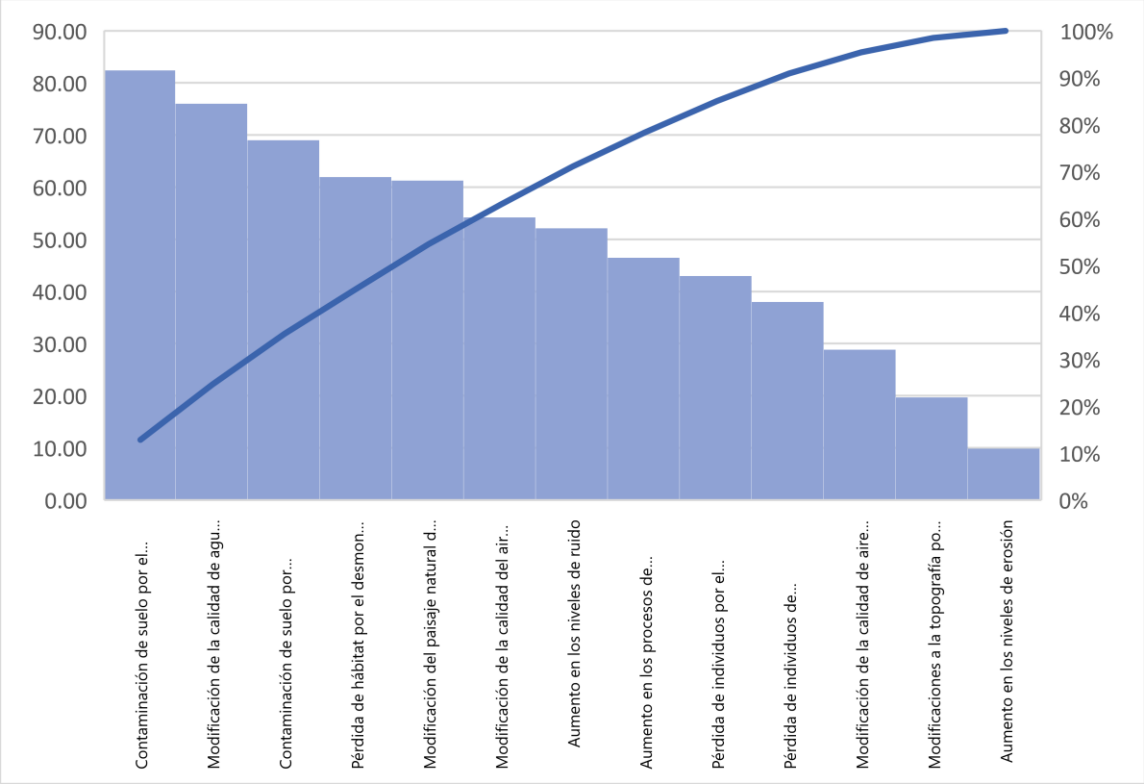
TABLA V. 22 PORCENTAJE DE ACUMULACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS

No.	IMPACTO	IVN	%	% ACUMULATIVO
1	Aumento en los niveles de erosión	-14	9.86	9.86
2	Modificaciones a la topografía por las actividades	-14	9.86	19.72
3	Modificación de la calidad de aire por la emisión de gases efecto de la combustión	-12	8.45	28.17
4	Pérdida de individuos de vegetación	-8	5.63	33.80
5	Aumento en los procesos de denudación	-13	9.15	42.96
6	Modificación de la calidad del aire por la emisión de partículas	-11	7.75	50.70
7	Pérdida de hábitat por el desmonte de vegetación	-9	6.34	57.04
8	Contaminación de suelo por derrame accidental de materiales de diferente naturaleza	-10	7.04	64.08
9	Modificación del paisaje natural de la zona y especialmente en el cauce	-11	7.75	71.83
10	Modificación de la calidad de agua y dinámica hidrológica.	-10	7.04	78.87
11	Contaminación de suelo por el manejo inadecuado de residuos	-10	7.04	85.92
12	Aumento en los niveles de ruido	-13	9.15	95.07
13	Pérdida de individuos por el atropellamiento	-7	4.93	100.00

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2023.

La siguiente gráfica muestra la representatividad porcentual de cada impacto con respecto a la significancia obtenida, hasta alcanzar el 100% de impactos, con la inclusión de su descripción y respectivas medidas de mitigación en el texto respectivo.

GRÁFICA V. 9 DISTRIBUCIÓN TOTAL DE LA ACUMULACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS POR ACTIVIDAD



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2023.

Como se puede observar en la tabla anterior los 6 impactos más significativos representan el 54.23 % de acumulación de los impactos negativos que generará el proyecto.

En la siguiente tabla, se presentan las actividades que representan la generación de los mayores efectos negativos:

TABLA V. 23 DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS CON MAYOR SIGNIFICANCIA

ACTIVIDAD GENERADORA DE IMPACTO	DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS GENERADOS
Excavación	Esta actividad consiste en perforar y excavar la superficie para remover las capas de suelo y roca necesarias para cimentar las pilas y colocar las estructuras que sostendrán la estructura del puente. Por lo que se modificará la geomorfología del sitio para crear los espacios de inserción para las zapatas y pilotes. Estas actividades se asocian al transporte y movimiento de materiales con equipo pesado y movimiento de vehículos de carga y personal, que en consecuencia generan, de forma permanente y puntual, la eliminación de la cubierta vegetal, erosión del suelo, denudación del material geológico, modificación del relieve y temporalmente, ruidos, emisiones a la atmósfera y polvos fugitivos, así como afectaciones directas a la fauna, tanto a los organismos como a sus nichos y madrigueras, así como su ahuyentamiento temporal.
Construcción de Terraplenes	La colocación de los terraplenes a lo largo del derecho de vía sobre la sierra baja requerirá la operación de maquinaria pesada, vehículos de carga y equipo, lo cual se traduce en afectación local y temporal, de la calidad del aire con gases de combustión y partículas, así como el ahuyentamiento de la fauna local. De manera permanente se mantiene el cambio de uso del suelo actual generado por la desaparición de los horizontes edáficos y la creación de una barrera física que modificó el drenaje superficial, requiriendo la incorporación de las obras de drenaje y subdrenaje. De manera indirecta y sobre el área del proyecto, puede producir caídas de materiales ladera abajo, que puede incidir en el cauce de la corriente intermitente e incrementar los sólidos en suspensión.

ACTIVIDAD GENERADORA DE IMPACTO	DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS GENERADOS
Desmonte de la vegetación	El desmonte de la vegetación en los sitios donde se colocarán las zapatas y pilotes para la cimentación de la estructura es un impacto de baja magnitud e importancia, ya que elimina la poca cubierta vegetal, conformada de determinadas herbáceas de carácter secundario que se localicen en el camino existente. Indirectamente son afectados la fauna y el hábitat. Es un impacto permanente, que conduce a la reducción de la cobertura vegetal y del hábitat para la fauna, de comunidades vegetales cuya reintegración requiere un largo plazo y esfuerzos importantes, debido a la severa restricción de suelos escasamente desarrollados y una escasa precipitación pluvial.
Despalme del suelo	La integración del proyecto, requiere la desaparición permanente del suelo en su zona de ocupación, a lo largo del camino existente donde ya hubo cambio de uso de suelo y existen lomeríos, así como en las zonas de cimentación de la estructura, asociado a la desaparición de la vegetación y de los horizontes edáficos, la modificación del relieve y del patrón de escorrentía superficial, por lo cual se promoverá la erosión del suelo, así como la generación temporal y local gases de combustión a la atmósfera, polvos y ruidos, por el uso de maquinaria, vehículos y equipo pesado, para realizar el movimiento de materiales. La eliminación de la capa edáfica superficial es una afectación permanente e irreversible, eliminando el sustrato fértil y exponiendo el material geológico a procesos de intemperismo.

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2023.

V.2.3.2. Jerarquización de los impactos ambientales positivos

La misma metodología de jerarquización será aplicada para los impactos positivos.

TABLA V. 24 CATEGORÍAS DE LOS IMPACTOS EVALUADOS CON EL ÍNDICE DE INCIDENCIA (IVN).

SIGNIFICANCIA	INTERVALOS
Alta	0.50 - 0.74
Media	0.25 - 0.49
Baja	0 - 0.25

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2023.

Con la obtención del índice, se puede realizar la clasificación o jerarquización de los impactos, los resultados obtenidos se presentan en la siguiente tabla:

TABLA V. 25 JERARQUIZACIÓN DE LOS IMPACTOS POSITIVOS

IMPACTO	ÍNDICE	CATEGORÍA EN SIGNIFICANCIA
Mejoramiento en la infraestructura vial y de transporte	1.46	Baja
Generación de empleos por las etapas de construcción y operación	1.31	Baja
Aumento en la calidad de vida por la mejora de la infraestructura disponible	1.15	Baja
Aumento del consumo de bienes y servicios asociados	1.08	Baja

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2023.

En cuanto a los impactos positivos encontramos que los efectos de mayor relevancia son: Aumento en la calidad de vida por la mejora de la infraestructura disponible, Generación de empleos por las etapas de construcción y operación, Aumento del consumo de bienes y servicios asociados y Mejoramiento en la infraestructura vial y de transporte, lo anterior derivado de la ejecución de todas las actividades del proyecto, ya que promoverán un aumento en la dinámica social, así como potencializarán la prevención y seguridad para los usuarios del camino, además de que impulsarán actividades primarias como ganadería mismas que son las que dominan la economía a nivel municipal.

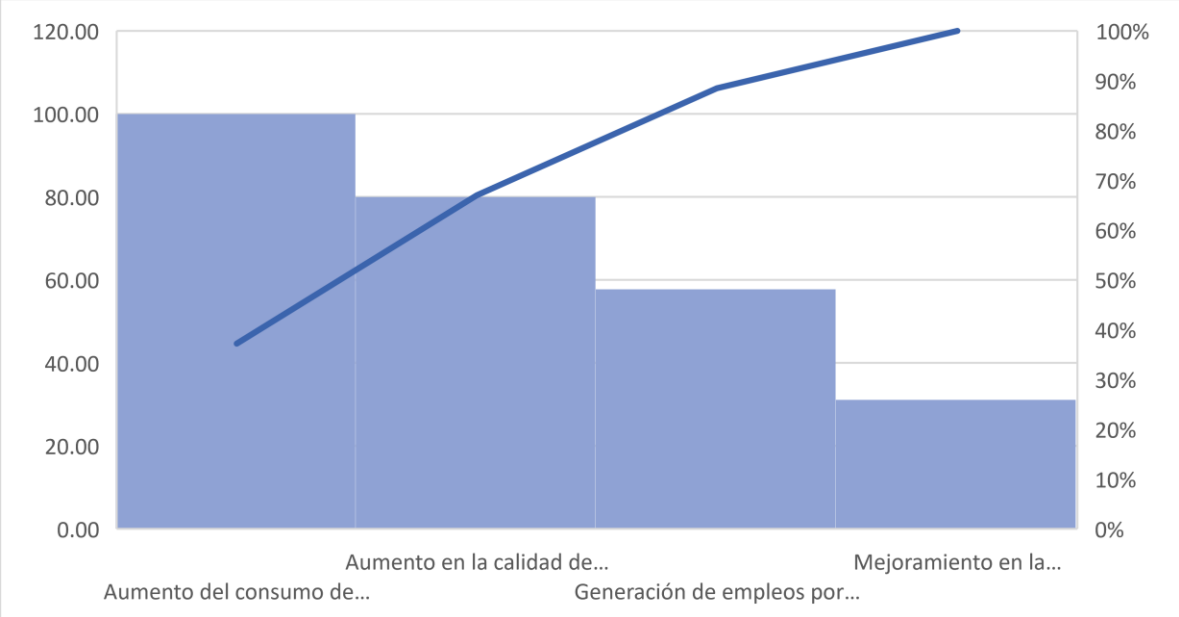
En la siguiente tabla se analiza la representatividad y distribución porcentual de los impactos negativos identificados.

TABLA V. 26 PORCENTAJE DE ACUMULACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES POSITIVOS

No.	IMPACTO	IVN	%	% ACUMULATIVO
1	Mejoramiento en la infraestructura vial y de transporte	14	31.11	31.11
2	Generación de empleos por las etapas de construcción y operación	12	26.67	57.78
3	Aumento en la calidad de vida por la mejora de la infraestructura disponible	10	22.22	80.00
4	Aumento del consumo de bienes y servicios asociados	9	20.00	100.00

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2023.

GRÁFICA V. 10 DISTRIBUCIÓN TOTAL DE LA ACUMULACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES POSITIVOS



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2023.

Como se puede observar en la tabla anterior, los 3 impactos más significativos representan el 80.00% de acumulación de los impactos positivos que generará el proyecto.
En la siguiente tabla, se presentan las actividades que representan la generación de los mayores efectos positivos significativos que se generarán por el desarrollo del proyecto.

TABLA V. 27 DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES POSITIVOS QUE GENERARAN LAS ACTIVIDADES CON MAYOR ACUMULACIÓN.

ACTIVIDAD DEL PROYECTO	DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS GENERADOS
Mantenimiento a superestructura	Si bien las actividades de mantenimiento mayor y rutinario a la superestructura provocaran efectos adversos, también debe enfatizarse que estas labores brindaran a los usuarios una mayor seguridad vial y generaran fuentes de empleo formales para su ejecución, el mantener el puente en buen estado incrementara el consumo de bienes y servicios en la región y disminuirá los tiempos de traslado para mercancías.
Programa de vigilancia	La población se beneficiará ya que se disminuirán los riesgos viales al transitar por un camino moderno, de igual manera se generarán empleos durante la implementación del programa de vigilancia para la prevención de accidentes.
Tránsito vehicular	La operación del proyecto proveerá de mayores ingresos a la región debido que la modernización no trae consigo la apertura de nuevas áreas de explotación (agrícola, silvícola y/o minera), pero si constituye una condición necesaria para contar con mejor tecnología para la explotación de superficies existentes dedicadas a esos rubros. Los habitantes se verán beneficiados en el acceso a mejores servicios y acortarán sus tiempos de recorrido sin contar el ahorro de combustible que tendrán los usuarios.
Mantenimiento a carpeta asfáltica	Estas labores brindarán a los usuarios una mayor seguridad vial y generarán fuentes de empleo formales para su ejecución, el mantener el puente en buen estado. Asimismo, incrementará el consumo de bienes y servicios en la región y disminuirá los tiempos de traslado para mercancías.

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2023.

El análisis integral de impactos realizado a lo largo de este capítulo permite anticiparse a las necesidades de establecer el conjunto de medidas de mitigación necesarias para atenuar los efectos negativos que habrían de presentarse a lo largo de la vida del proyecto, por lo que las medidas de mitigación y/o restauración para

implementar en el **Puente vehicular ubicado en el km 12+616, sobre el camino Santo Domingo Yodohino – San Andrés Dinicuiti, con una longitud aproximada de 30.0 m, más accesos, ubicado en el estado de Oaxaca.,** deberán orientarse principalmente a mitigar, minimizar y compensar los efectos sobre la topografía, suelos, vegetación fauna y calidad del agua.

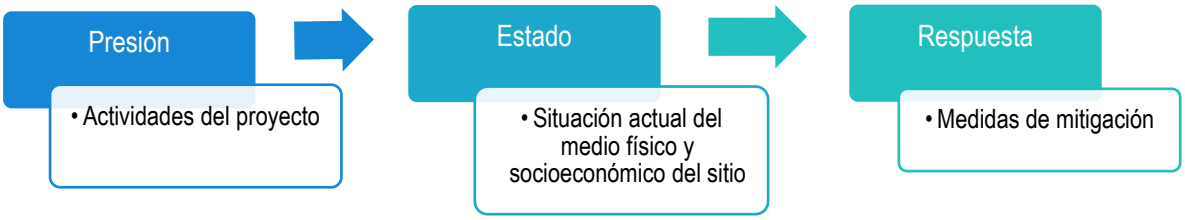
V.3. Indicadores de impacto.

Un indicador de impacto ambiental es la expresión medible de un impacto ambiental aquella variable simple o expresión más o menos compleja que mejor representa la alteración; un indicador, pues. debe ser capaz de representar numéricamente el estado del factor que pretenden valorar (Orea y Villarino, 2013). Los indicadores tienen como objetivo prioritario la evaluación, cuantificación y adecuación de las actuaciones previstas para la consecución de los objetivos (Méndez, 2012), Se puede decir que son los elementos de síntesis que nos dan idea de la situación ambiental de un territorio. Cubren la necesidad, por un lado; de disponer de una información lo más amplia, compleja y completa posible, y por otro lado y, sobre todo. de dar imágenes sintéticas del problema ambiental que faciliten la formación de opinión a la hora de lomar decisiones Fernández-Vítora, (2009).

Para identificar los posibles impactos ambientales en la integración del proyecto, es necesario establecer indicadores que señalen dichos impactos ambientales.

Los indicadores propuestos se utilizarán para determinar el efecto de las actividades del proyecto y proponer medidas de mitigación, siguiendo el método de Presión, Estado, Respuesta (PER). El modelo consiste en el establecimiento de la interrelación entre las actividades humanas (presión) y su impacto en el estado del medioambiente (estado), con ello se genera las acciones a realizar para atender la problemática en cuestión (respuesta). Esto de manera sistemática representa un marco conceptual adecuado para el planteamiento de indicadores que además de reflejar una problemática en común, permite establecer la efectividad de las acciones para mejorar el estado ambiental en referencia a la presión de la actividad antropogénica, que en este caso será la implantación del proyecto, el modelo PER propuesto para el proyecto se presenta a continuación.

FIGURA V. 2 MODELO PER PARA EL PROYECTO



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2023.

En los apartados posteriores se realizará un acercamiento de los factores que resultarán posiblemente afectados, así como de las acciones que generaran dichos impactos que en este caso fungen como los pilares del modelo PER.

A continuación, se presenta una serie de indicadores cuantitativos que permiten evaluar la dimensión de las alteraciones que podrán producirse como consecuencia de la integración del proyecto, donde se ha considerado incluir aquellos que puedan ser representativos, relevantes, medibles y de fácil identificación y seguimiento. Por otra parte, y dado que estos indicadores de impacto varían a lo largo del tiempo, de acuerdo con la etapa en que se encuentra, se presentan para cada fase del proyecto la factibilidad de su aplicación, cuyo nivel de detalle y cuantificación se irán evaluando, analizando y atendiendo con la medida de mitigación respectiva, de acuerdo con el momento del desarrollo del proyecto.

TABLA V. 28 INDICADORES PARA EL SEGUIMIENTO DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES DERIVADOS DEL PROYECTO.

FACTOR AMBIENTAL ATENDIDO	INDICADOR DE IMPACTO AMBIENTAL	ETAPA			
		PREPARACIÓN	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN	MANTENIMIENTO
Geomorfología, relieve e Inestabilidad.	Superficie afectada de la geomorfología.	X	X		
Vegetación y Hábitat.	Superficie afectada por tipo de cobertura vegetal.	X			X
	Volumen de vegetación triturada y reincorporada al suelo como sustrato.	X			
	Numero de organismos arbóreos propagados.		X	X	X
	Supervivencia de organismos arbóreos sembrados.			X	X
	Superficie rehabilitada con vegetación local.		X	X	X
Fauna.	Número de organismos reubicados	X	X		X
	Número de madrigueras o nidos rescatados y reubicados.	X	X		X
	Número de cursos de educación y capacitación ambiental.	X	X	X	X
Suelo.	Volumen de suelo almacenado y reutilizado.	X	X		
Hidrología Superficial.	Numero de eventos que modificaron la calidad del agua superficial.	X	X	X	

FACTOR AMBIENTAL ATENDIDO	INDICADOR DE IMPACTO AMBIENTAL	ETAPA			
		PREPARACIÓN	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN	MANTENIMIENTO
	Volumen de partículas sólidas incorporadas a los cauces.	X	X		
Seguridad en el transporte.	Número de accidentes ocurridos en el proyecto y lugar de incidencia.			X	
Seguridad e higiene en el trabajo.	Número de accidentes laborales por actividad.	X	X		X

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2023.

Como se observa en la tabla anterior, los Indicadores de Impacto Ambiental seleccionados cubren todos los factores ambientales que se identificaron como susceptibles de sufrir algún tipo de afectación, lo cual permite un monitoreo, valoración y atención a la calidad ambiental de los diferentes atributos y en consecuencia, tener presente la necesidad de dar cumplimiento a las medidas de mitigación precisas para atender y compensar las modificaciones negativas que habrán de ocurrir por la realización del proyecto.

En la siguiente tabla se detallan los indicadores de impacto ambiental enunciados para el Proyecto, incluyendo la forma de evaluación o medición, así como el comportamiento del indicador a lo largo del tiempo.

TABLA V. 29 CUANTIFICACIÓN Y SEGUIMIENTO DE LOS INDICADORES DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO**.**

INDICADOR DE IMPACTO AMBIENTAL	ELEMENTOS DE EVALUACIÓN
Superficie de la geomorfología afectada.	Evaluar la modificación del relieve y vigilar la inestabilidad de la roca y cuantificar la superficie inicial sin afectación, y posteriormente de manera periódica cuantificar el área afectada, señalando las áreas con mayor grado de riesgo de derrumbes y movimientos de material. Se puede incluir accidentes y daños a los vehículos.
Superficie afectada por tipo de cobertura vegetal.	Cuantificar la superficie inicial que presenta una cobertura vegetal y posteriormente cuantificar la superficie final afectada por las actividades del proyecto.
Volumen de vegetación triturada y reincorporada al suelo como sustrato.	Estimar el volumen de vegetación triturada y adicionada al suelo recuperado, lo cual da como resultado el volumen final reutilizado.
Numero de organismos propagados.	Considerar el número de especies protegidas o endémicas propagadas, ya sea mediante su propagación vegetativa u otro tipo de germoplasma.
Supervivencia de organismos sembrados.	Desarrollar campañas de revegetación en diferentes espacios, ya sea predios a lo largo del derecho de vía del Proyecto o terrenos en recuperación, o de interés ecológico y cuantificar el número de organismos sembrados y la tasa de sobrevivencia.
Superficie rehabilitada con vegetación local.	Estimar la superficie rehabilitada por la incorporación de vegetación local de interés.
Número de organismos reubicados.	Cuantificar el número de organismos de especies endémicas o de interés ecológico, que son reubicados a lo largo del proceso de integración del proyecto.
Madrigueras o nidos rescatados y reubicados.	Cuantificar el número de madrigueras o nidos rescatados y que son reubicados a lo largo del proceso de integración del proyecto.
Cursos de educación y capacitación ambiental.	Número de cursos de educación y capacitación ambiental ofrecidos a la población local y trabajadores de la empresa constructora.
Volumen de suelo almacenado y reutilizado.	Cuantificar el volumen de suelo retirado y almacenado, para posteriormente ser utilizado en actividades de recuperación ecológica, ya sea dentro de predios afectados o en otros terrenos de interés particular de la población.
Numero de eventos que modificaron la calidad del agua superficial.	Cuantificar el número de eventos que depositaron material incidentalmente en los arroyos intermitentes, analizando sus condiciones, afectadas, como turbidez, sólidos suspendidos totales, conductividad eléctrica y color.

INDICADOR DE IMPACTO AMBIENTAL	ELEMENTOS DE EVALUACIÓN
Volumen de partículas sólidas incorporadas a los cauces.	Cuantificar el número de eventos que depositaron incidentalmente, estimando la cantidad de sólidos suspendidos totales, al inicio y posterior al desarrollo de las actividades directamente ligadas con el proyecto.
Número de accidentes laborales por actividad.	Llevar periódicamente un registro pormenorizado de los accidentes e incidentes de todas las actividades de preparación, construcción, operación y mantenimiento del proyecto.

V.4. Conclusiones

De acuerdo con el análisis de sensibilidad ambiental el sistema ambiental donde se ubica el proyecto presenta la sensibilidad del sitio conforme a cada componente ambiental tiene un grado que va de: medio a bajo.

Los grados de sensibilidad indican que la mayor parte de componentes toleran las acciones del proyecto sin problemas y su recuperación actúa de manera rápida con la aplicación de una medida sencilla. Por otro lado, en el caso de los componentes indicados con sensibilidad media, indica aquellos componentes frágiles que exigen medidas complejas de aplicación.

De acuerdo con las listas de verificación se determinaron 17 impactos ambientales asociados, mismos que son consistentes con los identificados en la matriz.

Se identificaron 17 impactos de naturaleza positiva y negativa, se listan a continuación:

- Aumento en los procesos de denudación.
- Modificaciones a la topografía por las actividades.
- Contaminación de suelo por derrame accidental de hidrocarburos.
- Contaminación de suelo por el manejo inadecuado de residuos.
- Aumento en los niveles de erosión.
- Modificación de la calidad de aire por la emisión de gases efecto de la combustión.
- Modificación de la calidad del aire por la emisión de partículas.
- Aumento en los niveles de ruido.
- Modificación de calidad de agua por derrame accidental de hidrocarburos.
- Pérdida de individuos de selva baja caducifolia.
- Pérdida de hábitat por el desmonte de vegetación.
- Pérdida de individuos por el atropellamiento.
- Modificación del paisaje natural del cauce.
- Mejoramiento en la infraestructura vial y de transporte.
- Aumento en la calidad de vida por la mejora de la infraestructura disponible.
- Generación de empleos por las etapas de construcción y operación.
- Aumento del consumo de bienes y servicios asociados.

Si bien, se identificación más impactos negativos, la totalidad de ellos no se encuentra en la categoría “más alta” de significancia, manteniendo su calificación por debajo de 0.38, mismo que se encuentra por debajo de la puntuación de 0.69 (para caer dentro de la significancia mayor). El impacto que presenta la puntuación más alta con respecto a la valoración por criterios es prevenible.

El proyecto no modifica, ni interviene con el flujo natural del cauce y representa una oportunidad para la mejora de la infraestructura vial en la región que permitirá la conectividad de las localidades cercanas, así como será propulsor de la economía en el estado de Oaxaca.

De acuerdo con el análisis de sensibilidad y las categorías de la significancia de los impactos, el proyecto puede realizarse debido a que no pone en riesgo la integridad funcional y capacidad de carga del ecosistema.

ÍNDICE GENERAL.

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTLAES..... 2
VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental. 2
VI.2 Acciones adicionales..... 8
VI.3 Programa de Vigilancia Ambiental (PVA)..... 25
VI.3.1 Acciones de vigilancia 26
VI.4 Montos para fianzas de protección ambiental..... 28

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla VI. 1 Medidas de Mitigación para el Proyecto por actividad. 2
Tabla VI. 2 Seguimiento de las acciones de Rescate de Flora..... 11
Tabla VI. 3 Repelentes químicos para el control de fauna silvestre (Hygnstrom *et al*., 1994)..... 15
Tabla VI. 4 Seguimiento de las acciones de Protección de Fauna..... 16
Tabla VI. 5 Seguimiento de las acciones de reforestación 17
Tabla VI. 6 Seguimiento de las acciones de reforestación 19
Tabla VI. 7 Seguimiento de las acciones de reforestación 21
Tabla VI. 8 Seguimiento de las obras de protección de cuerpos de agua..... 24
Tabla VI. 9 Costos de referencia para compensación ambiental..... 28
Tabla VI. 10 Costo de la planta..... 28
Tabla VI. 11 Salario Mínimo de la región..... 28
Tabla VI. 12 Número de plantas por hectárea. 29
Tabla VI. 13 Costo por hectárea, para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento..... 29
Tabla VI. 14 Niveles de equivalencia para la compensación ambiental 30
Tabla VI. 15 Información para montos de fianzas..... 32

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTLAES.

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

Con los resultados de la identificación y evaluación de los impactos ambientales; a continuación, se presentan las medidas de prevención, atenuación y/o compensación de los impactos que se generarán por la implantación del proyecto por componente o factor ambiental. El Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental define a las medidas de mitigación como: "*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 originen con la realización del proyecto en cualquiera de sus etapas*", clasificándolas de la siguiente manera:

- Preventivas. Actividades que tienden a disminuir las posibilidades de que ocurra un impacto adverso en alguna etapa del proyecto.
- De rehabilitación. Realización de obras o actividades con las que se busca reestablecer las condiciones originales del medio impactado
- De compensación. Realización de obras o actividades que beneficien algún medio a cambio del impacto adverso causado.
- De reducción. Realización de obras o actividades que permitan disminuir la intensidad y magnitud del impacto adverso mitigable en alguna de las etapas del proyecto.

Las medidas de mitigación para los impactos identificados en el Capítulo anterior se agruparán de acuerdo con la Actividad que se desarrollará en el proyecto. En las siguientes Tablas se presentan dichos impactos ambientales con sus respectivas medidas de mitigación:

Tabla VI. 1 Medidas de Mitigación para el Proyecto por actividad.

ACTIVIDAD	IMPACTOS GENERADOS
Excavación.	Reutilizar los materiales obtenidos, tales como horizontes superficiales del suelo y material geológico, los cuales pueden ser utilizados para relleno y nivelación de partes bajas, para revestir caminos o arropar taludes, donde la erosión pueda ser un problema potencial. Esta medida de mitigación debe realizarse durante la etapa de preparación del sitio Evitar la perturbación de la fauna local y de las comunidades vegetales existentes. Esta medida de mitigación debe realizarse durante la etapa de preparación del sitio.
Nivelación y rellenos.	Respetar las zonas delimitadas para las actividades constructivas, sin afectar áreas adyacentes, ni los elementos vegetales existentes ni los organismos de la fauna silvestre. Debe haber un control del posible fecalismo al aire libre, prohibiendo esta acción por parte de los trabajadores y permitiendo utilizar los sanitarios portátiles. Hacer cumplir con el programa de residuos municipales, evitando la quema indiscriminada de residuos o de leña para la calefacción o cocción o calentamiento de alimentos, lo cual debe ser ordenado y acorde a las facilidades que se brinden para ello. Capacitar al personal que estará trabajando en el proyecto, indicando la prohibición de molestar a la vegetación y la fauna, comprometiéndose a respetar el programa de manejo de residuos e imponiendo sanciones a quienes infrinjan las disposiciones de protección y conservación de los recursos existentes. Establecer una reglamentación y prohibiciones a los operadores de vehículos de carga y personal ayudante, que ingresarán ocasionalmente y permanecerán por un tiempo más reducido. Todos los vehículos deben contar con el mantenimiento preventivo y correctivo y verificación vehicular federal, así como respetar la velocidad máxima dentro del sitio (10 km/hora) para evitar ruidos innecesarios que ahuyenten a la fauna o polvos fugitivos que se depositen en la vegetación adyacente a los caminos o las zonas de trabajo.

	Reutilizar los materiales edáficos y geológicos obtenidos de otras actividades como el despalme o la excavación para zanjas, planta de tratamiento de aguas residuales y del drenaje. Otorgar mantenimiento preventivo y correctivo a los equipos utilizados. Garantizar el manejo integral de los residuos generados por los equipos utilizados (residuos de aditivos y lubricantes). Esta medida de mitigación debe realizarse durante la etapa de preparación del sitio y construcción
Despalme del suelo.	Respetar las zonas delimitadas para las actividades constructivas, sin afectar áreas adyacentes, ni los elementos vegetales existentes ni los organismos de la fauna silvestre. Debe haber un control del posible fecalismo al aire libre, prohibiendo esta acción por parte de los trabajadores y permitiendo utilizar los sanitarios existentes. Hacer cumplir con el programa de residuos municipales, evitando la quema indiscriminada de residuos o de leña para la calefacción o cocción o calentamiento de alimentos, lo cual debe ser ordenado y acorde a las facilidades que se brinden para ello. Capacitar al personal que estará trabajando en el proyecto, indicando la prohibición de molestar a la vegetación y la fauna, comprometiéndose a respetar el programa de manejo de residuos e imponiendo sanciones a quienes infrinjan las disposiciones de protección y conservación de los recursos existentes. Esta medida de mitigación debe realizarse durante la etapa de preparación del sitio
Obras Complementarias (Losas, Postes, Lavaderos, Parapetos).	Otorgar mantenimiento preventivo y correctivo a los equipos utilizados. Garantizar el manejo integral de los residuos generados por los equipos utilizados (residuos de aditivos y lubricantes). Producir el ahuyentamiento de la fauna, así como la reubicación de nidos o madrigueras presentes en la zona del proyecto. Estas medidas de mitigación deben realizarse durante la etapa de construcción
Zapata de Cimentación.	Mantenimiento preventivo y correctivo a de vehículos de carga y de transporte de personal. Capacitar al personal que estará trabajando en el proyecto, indicando la prohibición de molestar a la vegetación y la fauna, comprometiéndose a respetar el programa de manejo de residuos e imponiendo sanciones a quienes infrinjan las disposiciones de protección y conservación de los recursos existentes.
Desmonte de la vegetación.	Respetar las zonas delimitadas para las actividades constructivas, sin afectar áreas adyacentes, ni los elementos vegetales existentes ni los organismos de la fauna silvestre. Permitir el retorno de especies vegetales de interés especial, en áreas cercanas y en la periferia del proyecto. La vegetación eliminada, se debe triturar, mezclar con los horizontes edáficos superficiales y utilizar la mezcla en zonas a rehabilitar. Recolección y conservación de la capa edáfica, que funciona como banco de germoplasma para ser utilizado en la revegetación de otras áreas o sitios degradados.
Plataforma del Puente.	Mantenimiento preventivo y correctivo a los vehículos de carga y de transporte de personal. Capacitar al personal que estará trabajando en el proyecto, indicando la prohibición de molestar a la vegetación y la fauna, comprometiéndose a respetar el programa de manejo de residuos e imponiendo sanciones a quienes infrinjan las disposiciones de protección y conservación de los recursos existentes.
Accesos	Escarificar los terrenos que serán utilizados para caminos provisionales, para favorecer el retorno de la cubierta vegetal. Durante el despalme del material edáfico, almacenar el suelo y mezclarlo con residuos vegetales, para utilizarlo en zonas verdes, o rehabilitación o mejoramiento de sitios de interés, Al término de la obra, restituir las características originales de los caminos utilizados, para regresar a sus usos originales; en caso de accesos provisionales que sean demandados por la población local, darle un mantenimiento final y dejar la conservación a los usuarios. Previo a la temporada de lluvias, dar mantenimiento preventivo a los caminos de acceso existentes, para evitar la erosión o denudación de la superficie de rodamiento, así como la socavación ocasionada por corrientes hidrológicas superficiales temporales. En terrenos donde haya escurrimientos intermitentes, se debe integrar un drenaje eficaz de conducción del agua superficial y su escorrentía.
Acarreos de material	Mantenimiento preventivo y correctivo a los vehículos de carga y de transporte de personal.

	Capacitar al personal que estará trabajando en el proyecto, indicando la prohibición de molestar a la vegetación y la fauna, comprometiéndose a respetar el programa de manejo de residuos e imponiendo sanciones a quienes infrinjan las disposiciones de protección y conservación de los recursos existentes.
Manejo y disposición de residuos de obra	La producción de residuos de obra, como materiales gravosos, arena, cemento, concreto, varilla, tubos, plásticos, bolsas de papel, entre otros, deben ser dispuestos temporalmente en un sitio, clasificarlos, reutilizarlos, y aquellos que ya no tengan ningún uso, colocarlos en el sitio de disposición final municipal. Aplicar un programa integral de residuos, lo cual incluye contenedores en el sitio de obra y su conducción al relleno sanitario municipal. Realizar la disposición de residuos en sitios sin vegetación. Garantizar el manejo integral de los residuos generados por los equipos utilizados (residuos de aditivos y lubricantes). Capacitar al personal que estará trabajando en el proyecto, indicando la prohibición de molestar a la vegetación y la fauna, comprometiéndose a respetar el programa de manejo de residuos e imponiendo sanciones a quienes infrinjan las disposiciones de protección y conservación de los recursos existentes. Establecer una reglamentación y prohibiciones a los operadores de vehículos de carga y personal ayudante, que ingresarán ocasionalmente y permanecerán por un tiempo más reducido. Estas medidas de mitigación deben realizarse durante las etapas de preparación del sitio y construcción.
Pilotes	Mantenimiento preventivo y correctivo a los vehículos de carga y de transporte de personal. Capacitar al personal que estará trabajando en el proyecto, indicando la prohibición de molestar a la vegetación y la fauna, comprometiéndose a respetar el programa de manejo de residuos e imponiendo sanciones a quienes infrinjan las disposiciones de protección y conservación de los recursos existentes.
Sistema de Drenaje y Construcción de Terraplenes	Capacitar al personal que estará trabajando en el proyecto, indicando la prohibición de molestar a la vegetación y la fauna, comprometiéndose a respetar el programa de manejo de residuos e imponiendo sanciones a quienes infrinjan las disposiciones de protección y conservación de los recursos existentes.

Fuente: SECIRA, S.A. DE C.V. 2023

Ahora se presenta las medidas por tipo de impacto a controlar.

Tabla VI 1. Medidas de Mitigación para el Proyecto Puente por Impacto a Controlar.

IMPACTO POR CONTROLAR	MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	VIGILANCIA	
			INICIO	TERMINO
Interferencia con los patrones de drenaje (despalme, movimiento de maquinaría, nivelación excavación, zapatas de cimentación y colocación de pilotes).	Realizar la excavación y actividades asociadas a la construcción, durante la época de sequía.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
	Respetar las zonas delimitadas para las actividades constructivas, sin afectar áreas adyacentes, ni los elementos vegetales existentes ni los organismos de la fauna silvestre.	Preventiva	Preparación del sitio	Preparación del sitio
	Colocar una barrera alrededor de la zona de obras, que evite el movimiento de materiales y la potencial caída al cauce.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
	Considerar el incorporar protecciones adicionales a los pilotes para garantizar una mayor resistencia de la infraestructura, considerando el carácter torrencial de la precipitación pluvial de la región.	Preventiva	Construcción	Construcción
	Mejora de infraestructura, que proteja el recorrido natural del cauce. El proyecto garantizará que la estructura proyectada permita la continuidad natural del flujo hidrológico.	Preventiva y correctiva.	Construcción	Operación y mantenimiento
Contaminación de escorrentías. Afectaciones en las márgenes del cauce a la altura del sitio del puente.	Establecer la gestión integral de los residuos sólidos, de construcción y peligrosos, que incluye medidas en todas las etapas, desde la separación en la fuente, el almacenamiento y presentación, la recolección y el transporte y la disposición final.	Preventiva	Preparación del sitio	Operación y mantenimiento
	Reutilizar los materiales edáficos y geológicos obtenidos del despalme o la excavación.	Correctiva	Preparación del sitio	Construcción
	Se llevarán acciones preventivas para evitar la caída de materiales o cualquier otro tipo de desecho sobre la zona del cauce. Estableciendo un distanciamiento o una barrera física de protección entre el área de trabajo y el cauce de agua, a fin de evitar cualquier afectación o contaminación.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
	Recuperación de forma manual de todos los materiales caídos accidentalmente al interior del cauce.	Correctiva	Preparación del sitio	Construcción
	En caso de que ocurriesen eventuales derrames o vertimientos no previstos de sustancias líquidas, como pudiese ser un aceite de vehículo o maquinaria, que puedan causar contaminación al suelo o agua, el inspector ambiental cercará a la zona, cubrirá con arena y de determinará la necesidad de llevar a cabo la biorremediación la cual estará a cargo de una empresa especializada.	Correctiva	Preparación del sitio	Construcción

IMPACTO POR CONTROLAR	MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	VIGILANCIA	
			INICIO	TERMINO
Contaminación del suelo, a la altura del sitio del puente.	Aplicar el Programa de manejo integral de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos, lo cual incluye contenedores en el sitio de obra y su conducción al relleno sanitario municipal.	Preventiva	Preparación del sitio	Operación y mantenimiento
	Los residuos de obra: materiales gravosos, arena, cemento, concreto, varilla, tubos, plásticos, bolsas de papel, entre otros, deben ser dispuestos temporalmente en un sitio, clasificarlos, reutilizarlos, y aquellos que ya no tengan ninguna posibilidad de reusó, colocarlos en el sitio de disposición final municipal.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción

	En caso de requerirse almacenamiento temporal de combustible, este deberá estar con el señalamiento adecuado a fin de evitar manejos imprudenciales. Se deberá vigilar periódicamente que el sistema de combustible no tenga fugas.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
	Las reparaciones mecánicas que se le realicen a la maquinaría, deberán de efectuarse en el sitio destinados a taller, esto para evitar contaminación de suelo por filtración.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
	Debe haber un control del posible fecalismo al aire libre, prohibiendo esta acción por parte de los trabajadores y permitiendo utilizar los sanitarios existentes.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
	Garantizar el manejo integral de los residuos generados por los equipos utilizados (residuos de aditivos y lubricantes).	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
	Evitar la disposición sobre el suelo de los residuos sólidos, producto de los desechos de los trabajadores y en general de construcción, colectándolos en tambos dispuestos para basura.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
	En caso de que ocurriesen eventuales derrames o vertimientos no previstos de sustancias líquidas, como pudiese ser un aceite de vehículo o maquinaria, que puedan causar contaminación al suelo o agua, el inspector ambiental cercará a la zona, cubrirá con arena y de determinará la necesidad de llevar a cabo la biorremediación del suelo la cual deberá ser hecha por una empresa especializada.	Correctiva	Preparación del sitio	Abandono del sitio.
	Al término de las obras de construcción y abandono del sitio los materiales de desecho serán dispuestos adecuadamente en los sitios de disposición que asigne la autoridad municipal.	Correctiva	Preparación del sitio	Abandono del sitio
	Programa de obras para conservación y restauración de suelos.	Compensación.	Preparación del sitio.	Mínimo 5 años de seguimiento.

IMPACTO POR CONTROLAR	MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	VIGILANCIA	
			INICIO	TERMINO
Afectación al suelo y geología	Reutilizar los materiales obtenidos, tales como horizontes superficiales del suelo y material geológico, los cuales pueden ser utilizados para relleno y nivelación de partes bajas, para revestir caminos o arropar taludes, donde la erosión pueda ser un problema potencial.	Correctiva	Preparación del sitio	Construcción
Afectación a la calidad del aire por el uso de maquinaria y vehículos de carga y transporte de personal.	Respetar la velocidad máxima dentro del área del proyecto (10 km/hora) para evitar ruidos innecesarios que ahuyenten a la fauna o polvos fugitivos que se depositen en la vegetación adyacente a los caminos o las zonas de trabajo.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
	Establecer una reglamentación y prohibiciones de contaminación al aire, a los operadores de vehículos de carga y personal ayudante, que ingresarán ocasionalmente y permanecerán un menor tiempo.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
	Hacer cumplir con el programa de residuos municipales, evitando la quema indiscriminada de residuos o de leña para la calefacción o cocción o calentamiento de alimentos, lo cual debe ser ordenado y acorde a las facilidades existentes.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción

	Otorgar mantenimiento preventivo y correctivo a los equipos utilizados y verificación vehicular federal a los vehículos de carga y de transporte de personal.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
Afectación a la vegetación existente en el área de influencia directa del proyecto.	Desmontar la vegetación estrictamente necesaria de forma manual y dirigida, sin utilizar maquinaría o sustancias químicas.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
	Respetar las zonas delimitadas para las actividades constructivas, sin afectar áreas adyacentes, ni los elementos vegetales existentes ni los organismos de la fauna silvestre.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
	Permitir el retorno de especies vegetales, en áreas cercanas y en periferia del proyecto.	Correctiva	Preparación del sitio	Construcción
	Recolección y conservación de la capa edáfica orgánica, para que no quede sepultada con las capas del suelo menos fértiles del camino, que funciona como banco de germoplasma para ser utilizado en la revegetación de otras áreas o sitios degradados. Esta acción facilitará el retoño y la emergencia de nuevas plantas que, mediante semillas, bulbos, rizomas, etc., inicien una restauración natural de la vegetación.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
	Realizar la disposición de residuos en sitios sin vegetación.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
	Reutilización de la capa orgánica sobre el derecho de vía, una vez terminada la construcción del Puente.	Mitigación	Preparación del sitio	Abandono del sitio.
	La vegetación eliminada, se debe triturar, mezclar con los horizontes edáficos superficiales y utilizar la mezcla en zonas a rehabilitar. Con los residuos orgánicos que se generen se podrán utilizar durante la siembra de vegetación.	Mitigación	Preparación del sitio	Abandono del sitio.
	ACCIONES DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE ESPECIES DE FLORA SILVESTRE. (Se estima que la posibilidad de rescatar y reubicar especies será muy restringida, debido a que el proyecto no afectará la vegetación aledaña, más sin en cambio, si durante la ejecución del presente proyecto se encontraran plántulas de especies nativas estas serán rescatadas y reubicadas.	Mitigación	Previo a la preparación del sitio	Construcción
	ACCIONES DE REFORESTACIÓN O RESTAURACIÓN ECOLÓGICA. (La Reforestación se realizará especies nativas, las cuales cuenten con evidencia bibliográfica de éxito en otros sitios, con características similares al del presente proyecto. Cabe señalar, que su buscara ejecutar el programa, en las zonas de cruce del proyecto del Río en cuestión, con el propósito de reducir los riesgos de erosión de la superficie que sea afectada por las obras temporales y definitivas, comprendiendo una longitud de 100 m aguas arriba y 100 m aguas abajo, en la franja de la zona federal de ambas márgenes del cauce de este).	Compensación	Abandono del sitio	Mínimo 3 años de seguimiento
Afectación a la fauna.	Producir el ahuyentamiento de la fauna, así como la reubicación de nidos o madrigueras presentes en la zona del proyecto.	Mitigación	Previo a la preparación del sitio	Mínimo 1 año de seguimiento.

	Capacitar al personal que estará trabajando en el proyecto, indicando la prohibición de molestar a la fauna y de las comunidades vegetales existentes.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
	Se deberá de realizar un Programa de acciones de protección y conservación de fauna silvestre, con acciones de ahuyentamiento, amedrentamiento y en su caso el rescate y reubicación de organismos.	Preventiva	Preparación del sitio	Mínimo 1 año de seguimiento

Fuente: SECIRA, S.A. DE C.V. 2023

VI.2 Acciones adicionales

Como medida de mitigación adicional una vez que sea adjudicada la construcción del proyecto mediante el proceso de licitación, la empresa ganadora será responsable de realizar, ejecutar e implementar programas ambientales, los cuales ayudaran a restablecer paulatinamente las condiciones del sitio y en algunas zonas frenar el deterioro de esta; los programas que se deberán ejecutar son los siguientes:

- Programa de rescate y reubicación de flora:
- Programa de rescate y reubicación de fauna.
- Programa de Restauración Forestal, de Suelo y Cuerpos Hídricos
- Programa de Vigilancia Ambiental

Programa de Rescate y Reubicación de Flora

El rescate de flora silvestre es una operación que surge inicialmente con el apoyo de la dirección general de vida silvestre donde se considera el Rescate como toda aquella colecta cuya finalidad es la de evitar que una planta, un grupo de ellas o una población muera o desaparezca por causas diversas. El material rescatado puede ser utilizado como material parental pero no puede ser enajenado (no es necesario para recoger epífitas encontradas en el suelo, pero recomienda solicitar fotografías de los árboles caídos o de las plantas tiradas). Con lo anterior se pretende destinar las plantas rescatadas a repoblar zonas adyacentes a los sitios perturbados o donde se ha eliminada la vegetación natural por diversos motivos en este caso la remoción de la cobertura vegetal debido a las operaciones de construcción de tramos carreteros. El rescate es un proceso laborioso, lento, dada la naturaleza del desarrollo de los organismos. En este proceso intervienen muchos factores por lo que deben de ser considerados para la elección de los tipos y variedades de las especies a rescatar.
Debido a los diferentes tipos de vegetación que presenta este proyecto, es importante cuantificar y valorar su contenido, es por esto, que resulta relevante llevar a cabo su conservación. Dentro del proyecto no existen especies presentes en la categoría NOM-059-SEMARNAT-2010. Se recomienda realizar rescate de aquellas especies que tiene alto valor biológico-ecológico y comercial; por otra parte, en México los propios lugareños colectan las especies para sus casas como plantas ornamentales, medicinales y maderables.

Objetivos.

Se identificarán las especies de la flora silvestre presentes en el área de afectación, con el propósito de realizar las acciones de rescate de estas, con la finalidad de mitigar la alteración de los ecosistemas presentes en el área del proyecto; a continuación, se puntualizan los objetivos a realizar:

- Definir un procedimiento de manejo útil para la protección de flora
- Rescatar la mayor cantidad posible de elementos vegetales de las especies que se encuentran establecidos en el área a intervenir, teniendo énfasis en aquellas especies que se encuentren bajo estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010. y/o de alto valor biológico-ecológico y biológico-económico o con potencial debido a su interés económico o uso.
- Describir las técnicas a utilizar para el rescate y reubicación de las especies de flora.
- Asegurar la sobrevivencia de los individuos reubicados mediante acciones de monitoreo continuo de las especies reubicadas.

Metodología empleada para determinar la composición florística de las áreas afectadas donde será llevado a cabo el rescate de flora silvestre.

Se delimitarán unidades ecológicas en cuanto a tipos de roca, suelo y vegetación, mediante el método de sobreposición de mapas en Sistemas de Información Geográfica (Vela-Boyas, 1984), para lo cual se utilizará el material siguiente:

- Carta geológica: Escala 1:50,000 (INEGI)
- Carta edafológica: Escala 1:50,000 (INEGI)
- Mapa de vegetación: Escala 1:20,000 (INEGI, Inventario Nacional Forestal, Imagen satelital u ortófoto.)

Con cada uno de estos materiales, se digitalizará la zona de influencia del proyecto, toda la cartografía se presentará en unidades UTM de tal forma que se ajustará a un mismo sitio y escala y finalmente se sobrepondrán para obtener una imagen final. De esta manera es como se delimitan áreas homogéneas en cuanto a factores ambientales (Vela-Boyas, 1984), lo que se conoce como unidades ecológicas. Además de lo anterior, se combinará con un método de Muestreo de vegetación arbórea, arbustiva y herbácea, toda vez que se obtenga el mapa de unidades ecológicas, se verifica cada una de ellas para realizar su caracterización ecológica en campo, ubicando el lugar indicado con la ayuda de un sistema de geoposicionamiento Global "GPS". Los muestreos serán dirigidos para tener una mejor certeza de las composiciones florísticas y especies forestales. El sitio se inspecciona buscando las condiciones representativas generales de dicha unidad. El tamaño del sitio de muestreo a utilizar es de 1,000m^2 para el estrato arbóreo, 100 m^2 para el estrato arbustivo

y de 10 m^2 para la vegetación herbácea. Todo lo anterior con la finalidad de poder identificar la composición florística y el número de organismo presentes que serán susceptibles de rescate (Madrigal et al. 1970). En forma conjunta a la toma de datos en campo, se realiza la recolecta de material botánico, el cual será identificado y podrá ser cotejado en el herbario. Se establecerán brigadas de campo con GPS, equipo fotográfico digital, formatos de muestreo, cartografía del proyecto, binoculares que realizarán recorridos de campo por la trayectoria afectada. Todos los sitios donde se determine la extracción de algún ejemplar o germoplasma, serán georreferenciados, así como el lugar donde sea trasplantado. La información se registrará e ingresará en bases de datos de SIG. Los recorridos omitirán los terrenos de cultivo.

Criterios y características que deben reunir las especies que serán sujetas de rescate.
Con la finalidad de mantener la estructura y la biodiversidad similar con la que cuenta la región o ecosistema, la búsqueda de especies se canaliza hacia aquellas que se encuentran consideradas dentro de alguna categoría de protección en las normas o leyes nacionales e internacionales y aquellas que cuentan con alguna importancia diversa.

Localización de especies susceptibles de rescate y reubicación detectadas en los accesos del puente y las áreas de ocupación y afectación temporal.
A lo largo del puente a construir se encuentra sitios diferentes condiciones respecto a su calidad ambiental, de tal forma que solo son considerados aquellos que presentan una condición más natural, y se discriminan las áreas agrícolas, las especies susceptibles de ser rescatadas se localizan en varias secciones del puente.

Técnica general para la extracción y rescate de las especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y plantas de interés biológico – ecológico y biológico-económico.

- **a)** Extracción con la técnica de chapeo directo.
- **b)** Traslado.
- **c)** Trasplante.
- **a)** Ubicación de los sitios de Trasplantes.

Se señalará de manera visible (utilizando cintas flagin de colores) los sitios en donde se extraigan y reubiquen los individuos, esto es, para facilitar su localización, y se referirán mediante su ubicación cartográfica del SIG y toma de registro fotográfico.

Medidas de Corrección en caso de una Sobrevivencia Menor al 80% de los Individuos Rescatados.
Se tiene la experiencia que algunos de los individuos rescatados sucumban por cualquier agente externo (biótico o abiótico), se plantea reponer los individuos muertos por individuos obtenidos producto de la geminación y cultivo de las semillas colectadas en vivero. La revegetación del derecho de vía se dará prioridad a los sitios adyacentes a la línea del trazo, los sitios escogidos para la reubicación de las especies propuestas serán en las áreas abiertas a los lados de la construcción del puente y se georeferenciaran para dar un seguimiento.

Indicadores de Desempeño y éxito de las Acciones.
Para el programa de rescate de flora, se deberá contar con los indicadores de desempeño, es importante mencionar y hacer hincapié que uno de ellos es completar al menos el 80 % de los ejemplares rescatados y posteriormente reubicarlos en las áreas designadas para trasplante. El indicador del porcentaje total de los individuos es una cifra calculada de acuerdo con el tamaño que tiene o tendrá la zona para trasplantar. Otro de los indicadores será los datos de seguimiento de los organismos trasplantados, donde se registre la sobrevivencia y condiciones de las especies en la región.

Análisis e integración de precios unitarios de cada concepto de obra generado para las acciones de rescate y reubicación de especies de flora silvestre.
Para el análisis de los precios unitarios se utilizará el software NEODATA, además de generar el diagrama de Gantt especificando los tiempos de desarrollo de cada actividad.

Finalmente se plantea como un último indicador de éxito realizar la colecta de germoplasma de todas las especies reportadas para la zona, en aras de certificar la autenticidad y la pureza varietal de todos los organismos existentes, de tal manera que se tenga mayor certeza respecto de la conservación de la biodiversidad vegetal original.

Seguimiento (periodicidad).
A continuación, se presenta la frecuencia, tipo y duración de los reportes que se elaborarán para dar seguimiento a las acciones.

Tabla VI. 2 Seguimiento de las acciones de Rescate de Flora.

Reporte	Frecuencia	Tipo	Duración
Semestral	Cada 6 meses	Cuantitativo y Cualitativo	1 año
Mensual	Cada mes	Cuantitativo y Cualitativo	1 año

Fuente: SECIRA, S.A. DE C.V. 2023.

Se elaborarán los reportes de acuerdo con la tabla anterior y se entregarán reportes semestrales.

Programa de Rescate y Reubicación de Fauna.

Como primera actividad se deben tomar medidas para minimizar o compensar la perturbación ejercida sobre la fauna durante la construcción; de esta forma se recomienda lo siguiente:

- Coordinar el rescate de animales que se introduzcan en las áreas de trabajo.
- Dotar de Capacitación Ambiental al personal de la obra sobre los procedimientos de protección de la vida silvestre y prevención de la cacería furtiva.
- Dirigir las luces hacia los sitios específicos de trabajo, evitando la iluminación del hábitat de la fauna.

Medidas para el Control de la Cacería Furtiva

Existe la posibilidad de que los trabajadores incorporados al proyecto intenten cazar la fauna silvestre que se encuentre dentro de las dentro o cercanas a las áreas de trabajo y/o circulación. Por lo tanto, el objetivo principal de esta recomendación es evitar la disminución o desaparición local de las poblaciones de fauna silvestre por extracción/eliminación directa del hombre durante la etapa de construcción.
Con el fin de evitar o minimizar el impacto producido por la caza ilegal, se recomienda la aplicación de las siguientes medidas durante la etapa de construcción:

- Prohibir a los trabajadores la práctica de cualquier tipo de la cacería o pesca dentro del área del proyecto, con sanciones estrictas ante su incumplimiento;
- Prohibir o regular el uso de armas de fuego dentro de los predios del proyecto;
- Colocar letreros de aviso que indiquen la prohibición de la cacería;
- Implementar un Programa de Capacitación Ambiental encaminado a la protección de la fauna silvestre para los trabajadores.

Rescate, rehabilitación y liberación de fauna silvestre

En relación con el rescate, rehabilitación y liberación de fauna silvestre, se debe mencionar que no es una actividad informal y que puede realizarse sin tener conocimientos especializados ni la infraestructura adecuada. Esto lleva a que se ponga en riesgo la integridad física del personal, la vida de los animales y a las poblaciones silvestres.

Es importante, al momento de encontrar un animal en el medio silvestre, asegurarse de que realmente necesita ayuda para escapar. Por ejemplo, en varias especies de mamíferos medianos y algunas aves rapaces, mientras la madre o ambos padres están buscando alimento, dejan a las crías escondidas, y no por eso están abandonadas. Si se saca de su refugio o nido, hay una probabilidad que no salgan adelante y la intervención habrá sido totalmente equivocada. También, algunas veces al capturar animales adultos, existe un desconocimiento de la conducta de dichas especies. Abstenerse ante la duda puede ser una buena frase para tener en cuenta en estos casos o, al menos, pensar bien antes de actuar. Si después de haber tomado todas las precauciones y observaciones correspondientes, se decide capturar a algún animal para ayudarlo, o manipularlo para ser reubicado, hay que considerar si se tienen los implementos necesarios para manejarlo sin riesgo para las personas ni para él.

Los animales silvestres pueden reaccionar de las formas más inesperadas y, hasta el más pequeño, puede provocar una desagradable y dolorosa sorpresa. Por ejemplo, las aves ante una incorrecta sujeción y manipulación, puede terminar en un fuerte picotazo, en una fractura en las alas del ave o en el escape de esta. Ni considerar los daños provocados por un ave rapaz, u otra especie. Es por esto por lo que los animales silvestres deberían ser manejados, tratados y liberados por personal idóneo que tenga experiencia y considere lo mejor para el animal, sin poner en riesgo a las personas.

A las aves en general, hay que tomarlas cuidadosamente para no fracturar las alas y jamás jalarlas de la cola. Lo más conveniente es usar una red o en su defecto, una manta que permita capturar al ave y meterla en una caja o jaula sin necesidad de manipularla directamente. En el caso de las aves rapaces, hay que tener cuidado con las fuertes garras que usan para defenderse y en los picotazos.

En mamíferos medianos, las mordidas y los rasguños son muy peligrosos, por lo que no deben manipularse sin los implementos correspondientes. Estos animales no son muy agresivos y en estado silvestre tienden a esconderse más que a atacar, pero una vez se sienten en peligro o por temor, se transforman en animales muy agresivos que pueden atacar para defenderse. En dichos casos, el personal especializado deberá contar con los implementos y medicamentos para manipular, revisar y trasladar tranquilamente a estos animales. Hay que tener siempre presente que las personas encargadas de realizar este tipo de procedimientos deberán estar vacunados (por ejemplo, contra la rabia) en caso de alguna mordedura y tomar todas las precauciones para evitar el contagio de alguna zoonosis (psitacosis, salmonella, sarna, tiña, etc.).

Como regla general, los animales silvestres se sienten más tranquilos cuando se los mantiene en una jaula o caja bien ventilada (el material dependerá de la especie), con poca luz y sin ruidos. Al momento de transportarlos no hay que ponerles agua ni comida ya que, generalmente, les dan vuelta ensuciando y humedeciendo el lugar. Además, por el estrés de la captura y el traslado, la mayoría no consume alimentos ni agua. Esto obviamente si el tiempo de traslado es corto ya que, si el viaje o mantención en jaula es muy prolongado, debe tenerse cuidado con la posible deshidratación del animal, en cuyo caso se deberá procurar los líquidos pertinentes (el criterio es muy importante).

Dadas las condiciones particulares del hábitat acuático que se presenta en el río en temporada de lluvias, ante el desarrollo de una obra constructiva de un puente se debe calcular muy bien el efecto inmediato de alterar un cuerpo de agua, por lo que la extracción de las poblaciones acuáticas debe planearse de manera que la captura y movilización sea lo menos traumante posible.

Para el rescate, básicamente se usarán tres técnicas de captura:

- Chinchorro, funciona muy bien para recolectar en riachuelos (Busing, 1998).
- Atarraya, se usará en cauce donde el ancho y la morfología del cauce lo permita.
- Captura manual, se espera que cuando se altere un cuerpo de agua se generen posas durante la pérdida de cauce, esto permitiría hacer capturas con cachadores; esto permitiría capturar no solo peces sino también crustáceos como camarones.

Una vez hecha la captura, se hace la identificación y se toma la biometría de cada espécimen capturado, se coloca en baldes de 5 galones con oxigenación mediante bombas de baterías o en bolsas plásticas, según

tamaño y cantidad de peces; para posteriormente ser reubicado en el nuevo riachuelo o cuerpo de agua que corresponda según las necesidades de cada especie.

Métodos de manejo de fauna silvestre.
Dentro de las técnicas de manejo de la fauna silvestre, destacan las conocidas como "no letales", son las más recomendables debido a que las actividades incluidas, tienen efectos insignificantes tanto la intervención sobre el hábitat como posibles efectos secundarios. Destaca la necesidad de otorgar capacitación sobre los métodos y técnicas adecuadas al personal involucrado directamente en los trabajos de campo, proporcionándoles conocimientos necesarios para que atiendan y resuelvan el problema.

Como ya se mencionó en el Capítulo IV la evidencia de fauna silvestre en su mayoría son Aves y un mamífero durante la visita de campo, esto no deja exento a que durante la obra aparezca alguna especie más de mamífero o herpetofauna. Para efectuar el rescate y reubicación de fauna silvestre, en principio es viable aplicar técnicas propuestas por Hawthorne (1987), denominadas de amedrentamiento y de modificación al hábitat, buscando con ello, que las especies de fauna acuática, aves y mamíferos y de hábitos cursoriales, se desplacen o ahuyenten, y en caso de especies de lento desplazamiento, principalmente aquellas que se encuentre bajo alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como de especies endémicas, se debe emplear técnicas seguras para su recolección, tanto para los organismos, como para el personal encargado; utilizando para ello, métodos convencionales, tales como: captura manual para lagartijas, ganchos herpetológicos en el caso de serpientes, y en caso de requerirse se podrán utilizar trampas Sherman y Tomahawk para mamíferos de pequeña y mediana talla; una vez capturados los individuos, se procederá a su reubicación en áreas aledañas al área del rescate que cuenten con una mayor cobertura vegetal y/o alejado de los poblados, principalmente hacia la porción Occidental, donde la presencia, y por ende la presión humana, es menor.
La finalidad de estas acciones es alcanzar los siguientes objetivos:

- Capturar y reubicar la fauna localizada sobre el trazo del proyecto que, durante las actividades de preparación del sitio, principalmente, y construcción que pudieran verse afectadas, con énfasis en las especies consideradas de lento desplazamiento o incluidas en algún estatus de la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como de especies endémicas o de distribución restringida.
- Realizar el rescate y manejo de fauna silvestre mediante la aplicación de las técnicas de amedrentamiento y modificación del hábitat, con la finalidad de disminuir el número de individuos de fauna silvestre, dirigido principalmente a aves, mamíferos y de hábitos cursoriales, a través de motivar su desplazamiento hacia áreas aledañas con vegetación similar o de mayor cobertura, que se localizan hacia el oeste del trazo del proyecto.
- En caso de encontrar individuos de especies de fauna consideradas de lento desplazamiento o incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como de especies endémicas, realizar su captura y reubicación en sitios que presenten condiciones ambientales similares a los lugares que habitaron originalmente o algún sitio que se tenga destinado para este uso, principalmente en zonas en mejor estado de conservación, donde es menor la presión humana.
- Verificar que los sitios de reubicación de la fauna silvestre reúnan condiciones ambientales similares a aquellas áreas donde fueron rescatados, evitando, en lo posible, la sobrecarga de la población.
- Recurrir a técnicas de captura y manejo encaminadas a evitar el daño y/o estrés de los organismos.

Con la finalidad de propiciar la migración de individuos de especies de fauna silvestre, es necesario recurrir a técnicas de amedrentamiento y modificación del hábitat (Hawthorne, 1987), encaminadas sobre todo a desplazar o ahuyentar especies de aves, murciélagos y mamíferos de hábitos cursoriales, dada su elevada capacidad de desplazamiento. Como se explica en la Sección de Plan de Manejo y Monitoreo Ambiental del proyecto.

Consecuentemente, no se afectarán posibles rutas o corredores biológicos, ni se fragmentará el ecosistema existente que interfiera con la distribución y desplazamiento de fauna silvestre en la zona del proyecto. Los efectos a la presencia y desplazamiento de fauna recurrente serán temporales y puntuales, toda vez que terminado el proyecto los patrones de desplazamiento, de existir alguno, retornarán sin provocar mayor afectación.

A continuación de manera general se mencionan las características de algunas técnicas de amedrentamiento:

Amedrentamiento.
Se genera ruido suficiente, pudiendo utilizar sirenas con diferentes frecuencias y a distintas horas del día, la finalidad es ahuyentar tanto a aves, y mamíferos de mediana y gran talla; se presume que dichas prácticas son capaces de disminuir la diversidad y densidad de especies que tienen una gran capacidad de movimiento, incluso inhibir el establecimiento de nidos de aves.

Modificación al hábitat.
Se espera hacer poco atractivo el lugar para muchas de las especies de mamíferos, consiste en la reducción de la cobertura vegetal y la eliminación de conjuntos de arbustos, malezas y otros residuos. Es importante hacer notar que es innecesario efectuar los cambios drásticos puesto que algunas veces los cambios sutiles son efectivos.

En lo que respecta al grupo de las aves, aunado a la técnica descrita para amedrentamiento, podrían podarse las ramas de árboles y arbustos presentes en el área del proyecto -previo a su remoción total, con el objeto de alterar los sitios de reposo, resultando con ello que la zona sea poco atractiva a la fauna.

Durante y al término de la aplicación de estas técnicas de amedrentamiento y modificación del hábitat, se recomienda realizar censos de fauna -dirigido principalmente a aves y mamíferos de mediano y gran tamaño-, con la intención de estimar la densidad poblacional y riqueza de especies. En el caso de las aves, se recomienda realizar una "Búsqueda intensiva", consistente en recorrer el área aledaña al proyecto, identificando su presencia a través de cantos, llamados o visualmente; la confirmación de su presencia se efectuará con el uso de binoculares y con la ayuda de guías de campo especializadas (Peterson y Chaliff 1989, Howell y Webb 1995, National Geographic Society 1987).
Artefactos electrónicos: La grabación de las propias llamadas de alarma, alerta o peligro, sobre todo en aves, posteriormente amplificadas o transmitidas, son efectivas para ahuyentar ciertas especies y son útiles tanto en situaciones rurales como en urbanas. La movilidad de las unidades de transmisión de esos sonidos puede incrementar la efectividad de las llamadas. Por otro lado, si se utilizan estaciones estacionarias, un incremento en el volumen normalmente resulta en una respuesta mayor. Los ruidos producidos por algunos generadores electrónicos de sonido pueden ahuyentar a las especies de interés, pero generalmente no son tan efectivos como la amplificación de gritos o llamadas de alerta grabadas. En este caso a mayor variedad y discordancia de sonidos se tendrá un efecto más notable.

Ahuyentadores auditivos: Se basan en la producción de sonidos no reconocibles por la fauna, consisten en utilizar cuellos de botellas, parcialmente enterrados, en diferentes orientaciones y en lugares expuestos al viento; de esta forma, se producen sonidos al pasar el viento por donde se encuentran los cuellos de botella, sin importar su dirección.

Repelentes químicos: Es una técnica relativamente nueva, parece prometedora para el control de daños por ciertas especies de la fauna silvestre, particularmente depredadores. Diversos repelentes químicos se presentan en forma de sólidos, líquidos, aerosoles o pastas. La naftalina es uno de los repelentes más usados, aunque dependiendo de la especie varía la cantidad requerida y su eficacia. Las recomendaciones se incluyen en el siguiente cuadro.

Tabla VI. 3 Repelentes químicos para el control de fauna silvestre (Hygnstrom *et al*., 1994)

Naftalina	tuzas, ratones de campo, ardillas, gatos domésticos, mapache, zorrillos, murciélagos, venados, conejos, aves en general
Polvo de tabaco	gatos domésticos
Amoniaco	zorrillos, tlacuaches
Aceite de eucalipto, mentol, alcohol isopropílico, aceite de mostaza	gatos domésticos

Fuente: SECIRA, S.A. DE C.V. 2023

Como lineamientos generales en el uso de repelentes químicos, todas las zonas del área problema deben ser tratadas, aunque debe indicarse que, con el tiempo, la efectividad se pierde. Este método tiene como carencia la escasez de expertos en el manejo de feromonas o sustancias biológicas de control, así como la necesidad de evaluar y autorizar, las posibles sustancias a utilizar, por las autoridades correspondientes.
Además, es necesario considerar dentro de los costos de esta técnica la construcción de sitios para almacenar estos productos químicos, para que se encuentren fuera del alcance de personas o animales.

Trampeo y transferencia: Este consiste en atrapar animales vivos y removerlos hacia áreas o regiones donde no sea un problema. Este podría aplicarse para los mamíferos medianos y a nivel de poblaciones, como en el caso de los roedores.
El conocimiento de la biología de cada especie que signifique un problema es importante para planear el programa de capturas, pues es necesario, para obtener mejores resultados decidir el tipo de trampa (con una puerta, doble puerta, de malla abierta o cerrada, etc.), el cebo (carne, fruta o pescado, etc.), la ubicación de las trampas en el campo (cerca de aguajes, en cañadas, sobre árboles, etc.), la forma de transportar a los individuos capturados (por tierra o por aire), el sitio de liberación (área de distribución normal de la especie y/o subespecie, condiciones favorables del hábitat actual) y las precauciones sanitarias (estado de salud de los individuos) que deberán tomarse.
Para poder realizar este tipo de actividades es necesario cumplir los lineamientos legales, como es la obtención del permiso de las autoridades Federales y Estatales para la captura, transporte y liberación, el consentimiento de los propietarios de los terrenos donde se piensa liberar a los animales capturados, lo cual está relacionado con la posibilidad de hibridización, contagio de enfermedades (zoonosis), alteración del hábitat, competencia intraespecífica, entre otros.
Las liberaciones pueden constituir un arma de doble filo ya que, se puede ayudar a un animal para que se reintegre al medio silvestre, pero, a su vez, ir en desmedro de una población completa si no tomamos las precauciones necesarias. Primero, hay que evaluar que el animal que se quiere liberar esté en perfectas condiciones, tanto físicas como conductuales y sanitarias. De no ser así, se está permitiendo que ese animal sea depredado rápidamente, que no sea capaz de alimentarse ni unirse a un grupo (en caso de animales gregarios) y que tenga una muerte lenta, atentando claramente en contra de su bienestar. Aunque no es lo más correcto, se debe tener en mente y considerar que el bienestar de algunos animales puede involucrar el cautiverio y no su libertad.
Por otro lado, se debe asegurar que el animal haya pasado por un periodo de cuarentena con el fin de constatar que no presente ninguna enfermedad que pueda ser transmitida al personal a cargo, a los otros animales o a las poblaciones silvestres una vez liberado. Si no hay seguridad de la condición sanitaria del animal, No debe liberarse, aunque aparentemente esté en buena condición física. Esto es aún más importante considerando que muchos animales son mantenidos en clínicas veterinarias, en casas particulares junto con animales domésticos, zoológicos u otros centros de exhibición, y en centros de rehabilitación donde llegan otros animales enfermos. Aunque el contacto o estadía en esos lugares hayan sido mínimos, siempre debe tener cuarentena y los exámenes correspondientes.
Las liberaciones, de hacerse, deben ser considerando la opinión de un grupo multidisciplinario de profesionales, los que evaluarán el lugar de liberación, origen del animal, la evolución durante los periodos de cuarentena y rehabilitación, las condiciones físicas y conductuales, la factibilidad de trasladarlo con éxito, los costos asociados y contar con los permisos necesarios para el traslado y la liberación en un determinado lugar. De

esta forma si se llega a proceder a una captura y se tiene contemplada su liberación se deben tener el consentimiento del sitio donde se pretende liberar.

CRITERIOS DE SELECCIÓN DE ESPECIES A RESCATAR

Los criterios tomados para elegir las especies a rescatar son principalmente su capacidad de movimiento, categoría de riesgo listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, y distribución restringida, como consecuencia de una estrecha relación con el ambiente. Adicionalmente se considerada a especies de importancia ecológica.

1. **Especies de lento desplazamiento**. Son aquellas especies de vertebrados terrestres, que poseen una baja capacidad de desplazamiento, tal es el caso de anfibios, reptiles y algunos mamíferos pequeños.
2. **Especies consideradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010**. Especies con algún estatus dentro de la norma anteriormente citada.
3. **Endemismos.** Aquellas especies que aparecen listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Especies consideradas de interés ecológico

No existen especies de algún interés ecológico cerca del proyecto, pero se sabe que los anfibios presentan una alta sensibilidad a la calidad del ambiente, los otros grupos de vertebrados no son menos valiosos, ya que dentro de ellos se encuentran especies de importancia ecológica que desempeñan una importante función en las comunidades en que viven. Los hay dispersores de semillas, como los roedores; depredadores de pequeños vertebrados, como las serpientes y carnívoros de talla mediana; finalmente, algunas otras especies controlan poblaciones de invertebrados.

Ubicación Actual de las Especies Sujetas a Rescate.

El programa de rescate de fauna se debe realizar principalmente en las áreas forestales, que presenten una cobertura vegetal mayor y de igual manera, es de esperarse una mayor presencia de fauna silvestre. Cabe mencionar que, durante el trabajo de campo, no se observó una dinámica faunística de importancia, debido a la presencia humana, que ha intervenido esta región con el camino existente de terracería, parcelas agrícolas, pastoreo de ganado menor y, sobre todo, introduciendo fauna doméstica, (perros y gatos), que han provocado el ahuyentamiento de la fauna silvestre.

El lugar donde se llevará el proyecto se encuentra perturbado por actividades antrópicas; se recomienda estar atentos a la fauna recurrente y realizar un recorrido precio de prospección durante la etapa de preparación del sitio, para poder incluir en el programa de rescate y reubicación de fauna.

Seguimiento (periodicidad).

A continuación, se presenta la frecuencia, tipo y duración de los reportes que se elaborarán para dar seguimiento al Programa.

Tabla VI. 4 Seguimiento de las acciones de Protección de Fauna.

Reporte	Frecuencia	Tipo	Duración
Semestral	Cada 6 meses	Cuantitativo	1 año
Mensual	Cada mes	Cualitativo	1 año

Fuente: SECIRA, S.A. DE C.V. 2023

Se elaborarán los reportes de acuerdo con la tabla anterior y se entregarán reportes semestrales.

Para el Programa de Restauración Forestal, de Suelo y Cuerpos Hídricos se describen por separado cada uno de los programas en este Capítulo.

Programa de Restauración Forestal

Para ejecutar los trabajos de reforestación, básicamente se utilizarán los ejemplares procedentes del programa paralelo de rescate de flora, pero preferentemente individuos obtenidos de las áreas cercanas al trazo, que serán sujetas a remoción, para procurar se mantenga la estructura florística determinada en los muestreos. No obstante, lo anterior, también se evalúa la opción de plantar en estos sitios, especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, en aras de mantener los ejemplares rescatados, en un espacio que permita proporcionarles el mantenimiento que asegure la conservación de las especies con estatus de protección rescatadas.

Objetivos.
Realizar la reforestación multiespecifica.

Metodología.
Los trabajos de reforestación deberán ejecutarse en una superficie mínima de acuerdo a la afectación mencionada en el CAP IV, ya que es el área en la cual se realizó el muestreo de la vegetación que será afectada, así como aquellas que sean destinadas a la ubicación temporal de oficinas, campamentos, botadero y la zona de manejo de agregados, donde básicamente se persigue restituir la composición florística del estrato arbóreo o arbustivo, debido a que resulta prácticamente imposible recuperar de facto la función y la estructura de la vegetación original.
Dado que uno de los objetivos principales de este proyecto es la preservación y conservación de especies de vegetación secundaria de bosque de encino, atendiendo el tipo de vegetación original circundante en el SA y las asociaciones que se presentan en el mismo, se deben seleccionar únicamente especies nativas de la zona y en su mayoría especies de múltiple propósito, principalmente para protección de suelos, alimentación de la vida silvestre y ornamentales.

Reforestación multi-especifica. El criterio tomado para definir la mezcla de especies fue la proporción encontrada en los terrenos forestales en el trazo y colindantes al sitio de reforestación, aunado a la ponderación de especies existentes en el área que será ocupada por el trazo, con algún estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como de aquellos recursos botánicos de importancia biológico-económica.

Tomando en cuenta las características biológicas de las especies a plantar y de las existentes a la prefería y parte superior del terreno, la distancia de plantación no presenta mayor problema porque las especies de los tipos de vegetación de la zona de estudio, son muy densos en cuanto al número de elementos que soportan, pero por lo general para plantaciones forestales se recomienda que la distancia entre cada árbol sea de 3 m por 3 m, ésta distancia es óptima para que los individuos se puedan desarrollar bien en la parte aérea como en sus raíces. Deberá establecerse la época de reforestación respecto a las temporadas de precipitación y estiaje de acuerdo con las especies nativas a reforestar y evitar estrés y baja sobrevivencia.

Seguimiento (periodicidad).
A continuación, se presenta la frecuencia, tipo y duración de los reportes que se elaborarán para dar seguimiento a las acciones.

Tabla VI. 5 Seguimiento de las acciones de reforestación

Reporte	Frecuencia	Tipo	Duración
Semestral	Cada 6 meses	Cuantitativo y Cualitativo	1 año
Mensual	Cada mes	Cuantitativo y Cualitativo	1 año

Fuente: SECIRA, S.A. DE C.V. 2023.

IDENTIFICACIÓN Y PRIORIZACIÓN DE SITIOS PARA RESTAURACIÓN.

Identificación del Sitio:
Los pasos para la identificación del sitio son como siguen:
1. Seleccionar un área particular de interés para la conservación (una cuenca, un rango montañoso, etc.) que puede estar compuesto por varios ecosistemas diferentes, pero relacionados estrechamente entre si y que posean un cierto número de valores biológicos de importancia, ya sea económica, biológica o una combinación de ambos.
2. Identificar los objetos de conservación prioritarios para el área (Valores biológicos), que se pueden definir como ecosistemas, gremios, comunidades, especies, etc.
3. Explorar el área para seleccionar sitios más pequeños donde se presenten el sistema ecológico a recuperar.
4. Exploración visual del sitio para determinar el tipo de deterioro presente en el mismo (erosión, perdida de vegetación, presencia de elementos vegetales en la 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, sobrepastoreo, etc.).
5. Identificar los objetos de conservación presentes en el sitio y su estado de salud (Valores biológicos).
6. Con base a los objetos de conservación encontrados para el sitio, se establecen las prioridades y necesidades de restauración para el mismo.

CRITERIOS PARA LA EJECUCIÓN DE OBRAS DE SUELOS
Las obras y prácticas están destinadas a controlar los procesos de degradación, mantener la productividad potencial de los suelos, la retención de azolves y la captación de agua.
Se realizan en terrenos forestales con presencia de degradación la cual puede ser ligera, moderada o severa.
Se basan en una perspectiva de cuenca o microcuenca donde la primera instancia a contrarrestar es la pérdida de suelo en zonas de ladera y posteriormente en las cárcavas.
Se deben priorizar las áreas que están dentro del SA para la conservación y restauración.

ENRIQUECIMIENTO DEL SUELO CON MATERIA ORGÁNICA.
El empleo de materia orgánica, residuos de vegetación o de cultivos, mantienen los niveles nutrimentales en el suelo. Una parte de estos elementos del suelo pueden perderse por lavado y por empleo por la vegetación.
Abonos verdes. Son cultivos o vegetación anterior que es empleado para abonar el terreno, estos deben de material fresco para un mejor aporte de nutrimentos. Estos residuos verdes son enterrados para que aporten nutrientes al suelo. Dentro de los abonos empleados se encuentran las leguminosas. Estos abonos son recomendables sitios muy inclinados y con suelos son una alta susceptibilidad a la erosión, ya sea arenoso o arcilloso. También son recomendables en suelos someros ya que pueden incrementar su fuente de energía y nutrimental para la actividad microbiológica.

Proceso de Reforestación.
- Identificación del área a reforestar.
- Determinación de especies a utilizar.
- Selección del germoplasma.
- Obtención del material vegetativo y preparación y protección de los terrenos a reforestar.
- Plantación.
- Cuidado y evaluación de los trabajos de conservación.

1. Establecer la efectividad de las medidas de manejo de los residuos sólidos domésticos y de obra.
Impactos potenciales: Contaminación del suelo y corrientes superficiales de agua por aportes de sedimentos, desechos de obras, residuos sólidos comunes y especiales y vertimientos de agua de origen doméstico y de construcción. Alteración del paisaje.
Medidas de manejo del impacto: Las medidas de manejo consideradas para este impacto, corresponden a la gestión integral de los residuos sólidos, que incluye medidas en todas las etapas, desde la separación en la fuente, el almacenamiento y presentación, la recolección y el transporte y la disposición final.

La gestión integral de residuos sólidos desarrolla manejos específicos para cada tipo de residuo generado durante la construcción y operación del proyecto: residuos sólidos convencionales, residuos sólidos de construcción y peligrosos.
Medidas de seguimiento y monitoreo: Las medidas de seguimiento y monitoreo se realizará la cuantificación periódica de los residuos generados en relación con su aprovechamiento y su disposición. Para este seguimiento se establecerá un cronograma de recolección de residuos sólidos domésticos, de construcción y peligrosos y cuantificando los volúmenes o pesos generados por unidad de tiempo los cuales serán confrontadas con las cantidades manejadas en cada parte del proceso de gestión integral.
Sitios de monitoreo: El monitoreo de residuos sólidos debe realizarse en cada uno de los sitios en donde se realizará el almacenamiento y disposición temporales y final.

2. Establecer la efectividad de las actividades para la preparación de suelos para la reforestación.
En los sitios en donde se realicen acciones de reforestación y tratamientos relacionados, se realizará el seguimiento con la medición de la eficacia de las plantaciones, consignando semestralmente información de los individuos sembrados que incluirá la sobrevivencia, para hacer un seguimiento sobre el indicador**:** # de individuos vivos/# número de individuos sembrados.
Esta medición se realizará semestralmente, hasta alcanzar la meta con resiembras del 95%. Toda vez que se observe un alto índice de sobrevivencia de las plantas y buen estado desarrollo (que no haya evidencia de carencias nutricionales), se podrá evaluar que las medidas de recuperación de suelo para mejorar su calidad fueron eficientes.
3. Establecer la efectividad de las actividades para la protección, conservación y restauración de suelos.
Indicador: Evaluación de las características fisicoquímicas y biológicas del suelo antes de la ejecución de las obras de restauración y después de aplicadas. Evaluación de la contribución a la restauración de áreas, mediante la realización de trabajos de conservación y obras de restauración de suelos. Desde el punto de vista fisicoquímico, los suelos en este Municipio presentan características muy variables, con diferencias en textura, pH, profundidad, contenido de materia orgánica, cantidad de nutrimentos, etcétera. Las estrategias para la conservación de los suelos y su diversidad necesariamente deberán considerar como temas prioritarios: a) La restauración de los suelos altamente degradados en ambientes particularmente frágiles como agostaderos y selvas bajas, y b) La conservación y mejoramiento de los suelos en terrenos agrícolas y forestales. Para lograr lo anterior es necesaria la implementación de políticas públicas que privilegien los intereses públicos sobre los privados y los criterios humanistas y ecológicos sobre los económicos

Seguimiento (periodicidad).
A continuación, se presenta la frecuencia, tipo y duración de los reportes que se elaborarán para dar seguimiento a las acciones.

Tabla VI. 6 Seguimiento de las acciones de reforestación

Reporte	Frecuencia	Tipo	Duración
Semestral	Cada 6 meses	Cuantitativo y Cualitativo	1 año
Mensual	Cada mes	Cuantitativo y Cualitativo	1 año

Fuente: SECIRA, S.A. DE C.V. 2023.

Programa de Restauración de Suelos

El suelo es la base de los procesos físicos, químicos y biológicos que sustentan la diversidad biológica terrestre; de su calidad, estado y conservación depende la continuidad de la producción de bienes y servicios ambientales. En este sentido, el objetivo de esta contribución es introducir de manera general un plan de manejo y las principales características de los suelos del estado, los principales procesos de deterioro a los que está sujeto, así como delinear algunos puntos que deben considerarse para elaborar una estrategia para su conservación.

De las propiedades físicas del suelo la más sensible al deterioro es la estructura que, a su vez, influye de manera muy directa sobre el resto, como son la permeabilidad, drenaje y erosionabilidad del suelo. Por otra parte, las principales actividades agresivas que afectan la calidad del suelo se pueden mencionar a la tala y deforestación indiscriminada, el sobrepastoreo y diferentes prácticas agrícolas mal realizadas.

Objetivos

- Establecer, con carácter de obligatorio, las características técnicas para la construcción de obras y prácticas de conservación y restauración de suelos, para una acertada ejecución de los proyectos.
- Precisar la información generada y empatarlas con las reglas de operación vigentes en México.
- Realizar acciones de conservación y restauración de suelos forestales, que consisten en prácticas y obras para controlar la degradación del suelo o rehabilitarlo.
- Mencionar las especificaciones técnicas para los recursos forestales no maderables de clima semiárido con importancia económica.
- Establecer lineamientos para el manejo de los residuos de suelo resultante del proceso de preparación del sitio, construcción y abandono.

Alcances

Integración de un documento que comprenda criterios, metodologías y procedimientos que deberán ser desarrollados, para la correcta ejecución de Obras para Conservación y Restauración de Suelos; y dar cumplimiento las propuestas de prevención, mitigación y/o compensación ambiental de los impactos que podrá generar el proyecto de construcción del distribuidor vial.

- Identificar aquellos sitios potenciales para la implementación de obras de recuperación de suelo a lo largo del trazo del proyecto.
- Implementar las obras adecuadas y necesarias que permitan la restauración del suelo.
- Monitoreo de las obras y acciones desarrolladas para la restauración de suelo.
- Verificar e implementar las acciones para el correcto establecimiento y permanencia de las obras realizadas.

Se define al suelo como un cuerpo natural localizado en la superficie terrestre que soporta o es capaz de soportar plantas en forma natural. El suelo es no permanece quieto es dinámico, cambia con el tiempo y en el espacio, contiene material mineral y/o orgánico no consolidado que ha sido sujeto a factores. Un suelo difiere del material del cual se ha formado en características físicas, químicas, biológicas y morfológicas (SSSA, 1997), citado en (Bautista et al, 2004).

Es un importante componente de los ecosistemas, no únicamente por ser el substrato de los productores primarios, sino que es igualmente elemental puesto que en él tienen lugar significativos procesos físicos como la infiltración y escurrimiento -del ciclo hidrológico-, a la vez es el medio donde se desarrollan y mantienen poblaciones complejas de microorganismos que hacen posible el mantenimiento de los ciclos biogeoquímicos esenciales para el mantenimiento de la vida, y en suma porque de su estabilidad depende la productividad biológica de los ecosistemas terrestres. Por otra parte, el suelo puede definirse, de acuerdo con el glosario de la Sociedad Americana de la Ciencia del Suelo (1984), como el material mineral no consolidado en la superficie de la tierra, que ha estado sometido a la influencia de factores genéticos y ambientales (material parental, clima, macro y microorganismos y topografía), actuando durante un determinado periodo. Es considerado también como un cuerpo natural involucrado en interacciones dinámicas con la atmósfera y con los estratos que están debajo de él, que influye en el clima y en el ciclo hidrológico del planeta, y que sirve como medio de crecimiento

para diversos organismos. Además, el suelo juega un papel ambiental de suma importancia, ya que puede considerarse como un reactor bio-fisicoquímico en donde se descompone material de desecho que es reciclado dentro de él (Hillel 1998). El suelo es el recurso más intensamente utilizado por el hombre, ya que se encuentra relacionado con prácticamente todas sus actividades desde la producción de bienes y servicios básicos, hasta la construcción y desarrollo de culturas enteras, por lo que se considera la infraestructura operacional humana. En México como a nivel mundial, el suelo sufre una degradación acelerada como consecuencia principalmente de diversas actividades humanas. La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), coloca a México entre los primeros lugares en este aspecto (con cerca de 50% de suelos severa y muy severamente degradados), comparado con el resto de sus países miembros. En América Latina, México se encuentra en un punto intermedio entre los países de Centro y Sudamérica (OCDE 2003). La degradación del suelo se refiere a los procesos naturales o inducidos por las actividades humanas que provocan la disminución de su productividad biológica o de su biodiversidad, así como de la capacidad actual o futura para sostener la vida.

Las obras para conservación y restauración de suelos están destinas a controlar los procesos de degradación, mantener la productividad potencial de los suelos, la retención de azolves y la captación de agua.

Seguimiento (periodicidad).

A continuación, se presenta la frecuencia, tipo y duración de los reportes que se elaborarán para dar seguimiento a las acciones.

Tabla VI. 7 Seguimiento de las acciones de reforestación

Reporte	Frecuencia	Tipo	Duración
Semestral	Cada 6 meses	Cuantitativo y Cualitativo	1 año
Mensual	Cada mes	Cuantitativo y Cualitativo	1 año

Fuente: SECIRA, S.A. DE C.V. 2023.

.

ACCIONES DE PROTECCIÓN DE LOS CUERPOS DE AGUA.

Las labores de monitoreo y limpieza se realizarán en dos etapas:

I. Inicio de obra:

Se realizará un recorrido para delimitar con conos, los sitios en donde se realizarán las obras de cruce de arroyos.

- Se efectuará una evaluación inicial de las condiciones en que se encuentran los sitios.
- Se hará un registro fotográfico de la condición de las áreas dentro de los 250 metros aguas arriba y 250 metros aguas abajo y en una franja de 10 metros de ancho en ambas márgenes.

Se darán a conocer a todos los trabajadores y supervisores las medidas de mitigación que se indicaron en la MIA-P sobre esta temática, para su cabal cumplimiento

II. Actividades de Preparación del Sitio y Construcción

El cumplimiento de las medidas de mitigación deberá ser supervisado constantemente durante el desarrollo de la obra. Aunado a esto se proponen las siguientes actividades:

1. Conformación de una brigada de dos personas.
2. En la semana de terminación de cada actividad de acuerdo con el calendario de obra se harán recorridos en las zonas delimitadas y se cerciorarán de que no se tengan residuos de ningún tipo en la zona.
3. En caso de encontrar algunos residuos, estos se retirarán y se depositarán en el lugar previsto para el tipo de residuo encontrado.
4. Se realizará un registro fotográfico en cada zona en donde se tenga una zona de intersección, para constatar que el sitio está libre de residuos.

i. Medidas de protección del afluente de arroyos, como puede ser la colocación de una malla ciclónica sobre los bordes del afluente del con el fin de evitar la caída de material y los residuos suspendidos en el río durante la etapa de construcción.

En la zona se localiza un río de tipo exorreica (Río Ometepec o Grande) pero en esta parte del cruce del poblado es conocido como San Marcos. Se considera que la aplicación y supervisión de las medidas de mitigación controlarán la caída de materiales al cauce del río, y que en caso de presentarse se retirarán inmediatamente.
Como una medida adicional se implementará vallas de malla ciclónica o de madera en las zonas en donde se esté trabajando. Se deberá considerar que estas vallas se pondrán en aquellos sitios en donde no pongan en riesgo el movimiento de los trabajadores y de la maquinaria.
Se construirán obras de drenaje en sitios con escurrimientos naturales.
El proceso de redistribución de las precipitaciones depende de la interrelación entre una serie de factores, al producirse una precipitación sobre un ecosistema, una parte de ésta es interceptada en el dosel, esta agua capturada se distribuye a través de las ramas o por goteo hacia el suelo llamándole precipitación directa, puede también escurrir por los troncos siendo así un escurrimiento fustal.
En el área del proyecto cuenta con escorrentías que tienen un deslizamiento virgen del agua, que no ha sido afectado por obras artificiales hechas por el hombre.
Los factores que afectan al escurrimiento se refieren a las características del terreno (cuencas hidrográficas), y se dividen en dos grandes grupos: los climáticos y los relacionados con la fisiografía.
El escurrimiento de la zona del proyecto depender de la topografía, el clima, la geología y el tipo de suelo. El flujo base del escurrimiento decrece en un período de sequía debido a que el agua subterránea se drena hacia el río o arroyo, y así el nivel freático desciende.

ii. Revegetación de las márgenes del afluente de los arroyos, que se encuentren desprovistas de vegetación forestal y en las zonas aledañas a los cauces.

Con base a la información antes presentada del apartado de vegetación, se demuestra que el tipo de vegetación de la zona de estudio se trata del uso de suelo y vegetación de Bosque de Pino-Encino. Los tipos de vegetación y usos de suelo presentes en el Sistema Ambiental corresponden al ya mencionado. Dentro de estos tipos de vegetación encontrados en la zona del proyecto, se observó que en los cauces de los arroyos por ser las zonas en donde se concentra la humedad por lo menos algunos días del año se pueden encontrar algunas especies de vegetación ribereña y varias especies arbustivas y herbáceas.

En el punto donde está el cruce del proyecto del cauce del río se realizará la revegetación y los márgenes serán de 150m aguas arriba y 150m aguas abajo.

iii. Nombres y números de especies nativas con las cuales se revegetarán las márgenes, especificando los criterios técnicos y biológicos aplicados para su selección.

Las plantas adecuadas para la revegetación deberán presentar las siguientes cualidades:

- Ser de fácil propagación.
- Resistir condiciones limitantes, como baja fertilidad, sequía, suelos compactados, pH alto o bajo, salinidad, etcétera.
- Tener crecimiento rápido y buena producción de materia orgánica como hojarasca, de preferencia con una relación alta de C/N.
- Baja tendencia a adquirir una propagación malezoide invasora, incontrolable.
- Presencia de nódulos fijadores de nitrógeno o micorrizas que compensen el bajo nivel de nitrógeno, fósforo y otros nutrientes en el suelo.
- Que tiendan a favorecer el restablecimiento de las poblaciones de elementos de la flora y fauna nativas, proporcionándoles un hábitat y alimento.
- Con el tiempo los conglomerados de estas plantas pueden llegar a facilitar de forma natural el reciclaje de nutrientes, preservándose la fertilidad, y en general acercándose gradualmente a la manera cómo funcionan las comunidades naturales.

Selección de especies

De las especies nativas de la zona se consideran aptas para revegetar las riberas de los arroyos aquellas que fueron observadas en condiciones semejantes, lo que indica que en las zonas de los cauces de arroyos perennes se puede encontrar mayor humedad por temporadas.

Para calcular el número de plantas se utilizan los siguientes criterios:

Árboles se sembrarán con una distancia de 3 metros, los arbustos de 2 metros y los arbustos delgados de 1 metro. Se solicita una reforestación de 250 metros a cada lado de la ribera tanto en aguas arriba como en aguas abajo y con un ancho de 10 metros, lo que significa una línea de tresbolillo para árboles, una para arbustos y una para arbustos bajos o delgados en las distancias indicadas.

Considerando que cada planta tiene un área de influencia igual al área de separación en el método tresbolillo se tiene:

Arboles 3 x 3 = 9 m^2
Arbustos 2 x 2 = 4 m^2
Arbustos bajos 1.5 x 1.5 = 2.25 m^2

La línea por revegetar en el sitio en donde se tendrá cruzamiento el río es de 250 m en un lado de cada ribera en aguas arriba y abajo.

Asimismo, se utilizará el almacén de germoplasma del suelo del despalme en la zona, para cubrir las áreas con herbáceas y pastos.

i. Instalación y acondicionamiento de un vivero cercano al área del proyecto, que servirá para la recepción almacenamiento, cuidados y riego de las plantas de manera previa a la realización de los trabajos de desmonte.

El vivero que se tiene que instalar es un vivero forestal a pie de reforestación de baja producción.
Estos viveros se definen como sitios destinados a la producción de plantas forestales, en donde se les proporciona todos los cuidados requeridos para ser trasladadas al terreno definitivo de la plantación.
Dichas acciones estarán coordinadas por personal capacitado en la producción y manejo de flora silvestre y se tomarán en cuenta las características paisajísticas naturales correspondientes al área a reforestar para llevarlo a cabo.
Para la realización de estas acciones se contará con personal capacitado para realizarlas. Se solicitará experiencia en labores semejantes.
Las especies elegidas son las nativas de la zona y se tendrá continuidad con las características paisajísticas de la zona, el paisaje para los sitios de intersección con el río.
Calendarización de actividades, programando la plantación después de que se haya terminado la obra para evitar que la maquinaria o personal cause algún daño sobre los individuos de flora.

Señalar los indicadores de seguimiento a utilizar, que permitan medir el resultado favorable de las acciones de protección, monitoreo y revegetación del cuerpo de agua.

INDICADORES DE SEGUIMIENTO		
	Indicador	**Forma de medirlo**
BIODIVERSIDAD	Índice de desmonte	*Superficie total desmontada por comunidad vegetal /superficie total de la comunidad vegetal.*
	Superficies reforestadas con especies endémicas en los márgenes de los arroyos intermitentes	*[Superficie reforestada especies endémicas /superficie deforestada por actividades del proyecto] x 100.*
PAISAJE	Calidad visual del paisaje	*Superficie afectada por tipo de calidad visual del paisaje/Superficie original por tipo de calidad visual del paisaje*
HIDROLOGÍA	Calidad del agua	*Se realizará un análisis de manera previa a la construcción de las obras y uno al terminar las obras (si se tiene agua en el arroyo perenne)* *(Calidad del agua producida por la obra /calidad del agua original) X 100* *Se verá la aplicación de normas o se determina la calidad con base en parámetros básicos**

Fuente: SECIRA, S.A. DE C.V. 2023

Seguimiento (periodicidad).
A continuación, se presenta la frecuencia, tipo y duración de los reportes que se elaborarán para dar seguimiento a las acciones.

Tabla VI. 8 Seguimiento de las obras de protección de cuerpos de agua

Reporte	**Frecuencia**	**Tipo**	**Duración**
Semestral	Cada 6 meses	Cuantitativo y Cualitativo	1 año
Mensual	Cada mes	Cuantitativo y Cualitativo	1 año

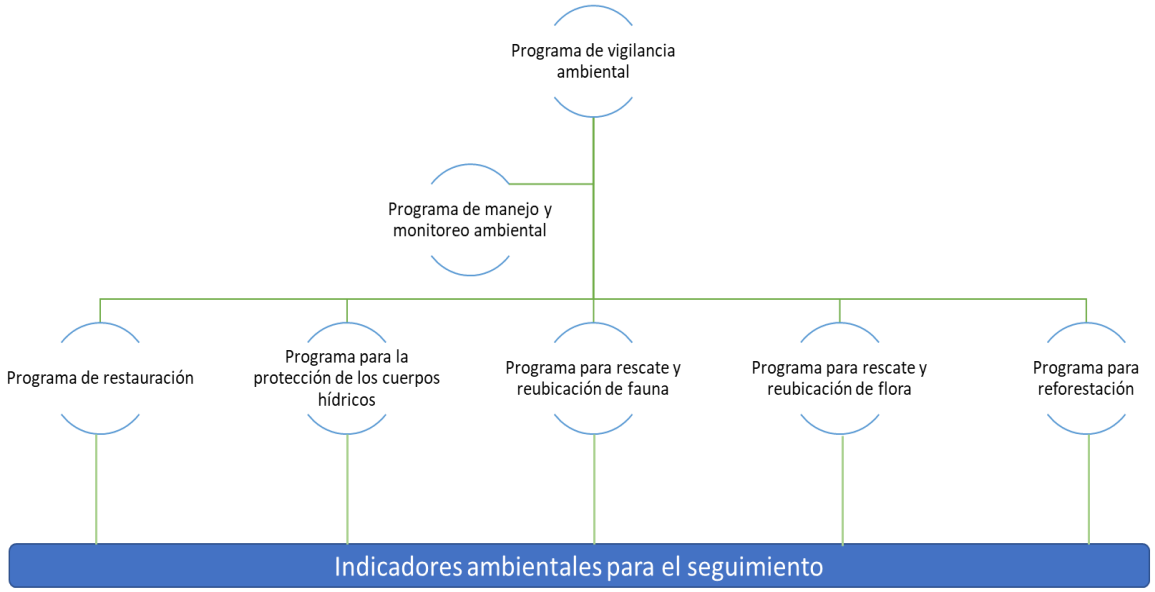
Fuente: SECIRA, S.A. DE C.V. 2023

Se elaborarán los reportes de acuerdo con la tabla anterior y se entregarán reportes semestrales.

VI.3 Programa de Vigilancia Ambiental (PVA)

El Programa de vigilancia ambiental constituye un documento de carácter conceptual y normativo, que permitirá la evaluación periódica, integrada y permanente de la dinámica de las variables ambientales, tanto a nivel de medio ambiente natural como medio socioeconómico y cultural, con el fin de suministrar información precisa y actualizada para la toma de decisiones orientadas a la conservación y uso sostenible de los recursos naturales. Este programa permitirá la verificación del cumplimiento de las medidas de mitigación propuestas y emitirá un informe periódico a la autoridad correspondiente. Una vez concluida la obra, el plan de monitoreo ambiental debe continuar a efectos de comprobar el adecuado funcionamiento de las medidas de mitigación o corrección ambiental ejecutadas.
El programa de vigilancia ambiental debe permitir una continua adaptación al proyecto y sobre todo, al desarrollo de las obras de construcción, para ejecutar la máxima eficacia y flexibilidad frente al resto de los elementos implicados en el proyecto.

Imagen VI 1 Elementos del Programa de manejo y monitoreo ambiental.



FUENTE: SECIRA,2022

Con el afán de implementar el programa de vigilancia ambiental de una manera adecuada, fue delimitado y caracterizado el ecosistema del área del proyecto antes del inicio del proyecto con el fin de predecirlos efectos potenciales generados por las actividades de construcción y operación sobre los componentes abióticos y bióticos, para así proponer medidas de control y seguimiento que permitan que el proyecto sea viable ambientalmente hablando.

El PVA comenzará con el inicio de las obras y seguirá durante las todas las etapas del proyecto incluyendo la de operación y mantenimiento.

La vigilancia ambiental se dará con el afán de controlar la calidad de los componentes del ambiente, a través de la medición o del seguimiento de los indicadores propuestos en cada programa que integra el PVA, para así ir comprobando la evolución y el acuerdo con lo previsto.

Objetivos:

- Identificar e informar sobre las posibles variaciones ambientales sobre el proyecto, ya sea por fenómenos no contemplados en el Proyecto o por impactos que no hayan sido lo suficientemente estudiados.
- Coordinar la aplicación de medidas de prevención, mitigación, restauración y compensación propuestas en el proyecto.
- Verificar que se actúa correctamente conforme a los lineamientos especificados en el proyecto, fuera del cual no deben ejecutarse actuaciones del proyecto.
- Evaluar y aprobar la referida acotación, así como la sistemática y el plan de obra adoptados por la Dirección de Obra.
- Realizar un informe final que sintetice los resultados obtenidos durante el desarrollo de las obras, y el control de la aplicación de las medidas correctoras.

Alcances

Desarrollar un documento técnico que determine los tiempos y formas de ejecución para aplicar y vigilar adecuadamente las medidas de mitigación propuestas para cada uno de los componentes ambientales posiblemente impactados, así como integrar al mismo cada uno de los programas de protección, conservación y o restauración desarrollados para el presente proyecto.

VI.3.1 Acciones de vigilancia

Control y delimitación de obras

Previamente al comienzo de los trabajos de construcción, se delimitarán convenientemente las distintas zonas de obras y se realizará un seguimiento del marcaje de estas áreas de ocupación, ello con el fin de garantizar que el tráfico de maquinaria y las instalaciones auxiliares se realizarán dentro de las zonas previstas.

Vigilancia y control de la dinámica hidrológica y permeabilidad del terreno

Se vigilará que las actividades constructivas no interrumpan o modifiquen permanentemente los flujos de las escorrentías que puedan interceptarse con el proyecto.
Se verificará que la permeabilidad en los terrenos donde se ejecutan las actividades del proyecto no resulte disminuida por efecto de las obras de construcción, en caso contrario se habilitarían medidas alternativas provisionales en tanto duren las obras. De forma particular se comprobará la reposición de los servicios que pudiesen quedar afectados por las obras.

Durante la ejecución de las actividades del proyecto se vigilará que no haya caídas de materiales a ríos o escorrentías y que en caso de que ocurran se retiren del mismo inmediatamente cumpliendo siempre con los procedimientos establecidos.
Así mismo, se efectuará un control para el aseguramiento de que no se depositan materiales o tierras en las zonas de ribera y/o vertidos de ningún tipo sobre los cauces (aceites, cemento, hormigón, etc.).

Vigilancia y control en desmonte y despalme.

Se vigilará que el desmonte y despalme del terreno, previo a la extracción de la tierra vegetal, se haga en las condiciones previamente descritas en las en las medidas de mitigación y se limite a las zonas comprendidas estrictamente señaladas.
Se verificará que los residuos vegetales sean triturados y almacenados temporalmente en la zona destinada para este fin o en caso contrario deberán ser depositados en áreas aledañas elegidas para actividades de restauración de suelos y vegetación.

Vigilancia y control del movimiento de suelo fértil y residuos vegetales (almacenamiento y disposición).

Se vigilará que las zonas de almacenamiento o disposición cumplan con las siguientes características:

Zonas de mínima pendiente, protegidas de riesgos de deslizamiento, de inundación y de arrastres por efecto de la lluvia, y protegidas de zonas de paso de maquinaria.

Terrenos con baja tasa de erosión.
Con niveles de humedad adecuados y suficiente para mantener en buen estado de conservación la tierra, realizando al menos un riego a la semana si ésta transcurre sin lluvias. En época estival se incrementará, de ser necesario la frecuencia de riego.
Frecuencia de inspección: el estado de los acopios de tierra vegetal se controlará diariamente al final de cada jornada.

Vigilancia y control de la ocupación de terrenos
Se vigilará que cualquier excavación o relleno no afecte a más superficie de la inicialmente prevista y determinada, y que el sistema de drenaje de las vías de acceso evite eficazmente la acumulación de agua a lo largo de su recorrido.

Vigilancia y control de la gestión de residuos sólidos y urbanos
Se vigilará que la gestión de los residuos generados durante las obras se realice conforme a lo especificado en el programa para el manejo y disposición de residuos que se realizará por parte de la empresa constructora.
Frecuencia de inspección: Diariamente se inspeccionará que los contenedores en los que se depositan los residuos estén en los lugares habilitados para ello, y que cada uno de ellos contenga los residuos indicados. De observarse una incorrecta separación de los residuos conforme a su naturaleza, falta de capacidad de los distintos contenedores o incorrecta frecuencia de retirada y gestión, se tomarán medidas adicionales al efecto.

Vigilancia y control de la alteración de la calidad del aire
En lo referente al control y vigilancia de los niveles de polvo en suspensión, se adoptarán las medidas necesarias para la reducción de este elemento al mínimo tales como el riego de tierras para evitar el levantamiento de partículas de polvo durante la ejecución de las actividades del proyecto, el encargado de obra deberá inspeccionar visualmente estas ateas pasa asegurarse de que se cumplan.
Se efectuará un control de los niveles sonoros en el entorno de los distintos lugares de obra, tomando como la norma oficial mexicana vigente. En caso de que los niveles sonoros sean muy altos de deberá proveer a los trabajadores de equipo de protección personal auditivo.

Vigilancia y control de los procesos erosivos
Se vigilará que las aguas de escorrentía procedentes de las distintas áreas de construcción no causen enlodamiento de las márgenes ni cauce del río, ni transporten cargas considerables de sedimentos. Si se diese el caso, se establecerán medidas adicionales como la colocación de barreras de contención.
Se vigilará la eficacia de los distintos elementos propuestos en las medidas correctoras para evitar la erosión y sedimentación. De no cumplirse estas condiciones se facultarán medidas adicionales al efecto.

Vigilancia a la vegetación y la fauna
Se vigilará el estricto cumplimiento de las indicaciones e implementación de las medidas correctoras introducidas para prevenir, corregir y mitigar los impactos sobre la vegetación y la fauna, como respetar las zonas delimitadas durante el desmonte y despalme para evitar la remoción de ejemplares no contemplados.
Se capacitará a los empleados involucrados en los procesos constructivos para el correcto ahuyentamiento de la fauna y en su caso rescate de ejemplares considerados de alta importancia para la conservación.

VI.4 Montos para fianzas de protección ambiental

Con base en el acuerdo mediante el cual se expide los costos de referencia para reforestación o restauración y su mantenimiento para compensación ambiental por cambio de uso de suelo en terrenos forestales y la metodología para su estimación. Publicado en el año 2006 y actualizado en el año 2023. La estimación por este rubro se obtiene de la siguiente tabla.

Tabla VI. 9 Costos de referencia para compensación ambiental

CONCEPTO	COSTO DE REFERENCIA EN PESOS POR HECTÁREA, PARA LAS DIFERENTES ZONAS ECOLÓGICAS			
Actividades y obras de restauración o reforestación y su mantenimiento	Templada	Tropical	Árida	**Zona inundable o transición tierra mar (humedales)**
	58,647.44	**44,382.98**	**32,714.84**	**76,880.00**

Fuente: DOF, 2023

En el área del proyecto se cuenta solo con ecosistemas Tropical pero derivado del cambio del valor del salario mínimo con respecto a la fecha de publicación se desarrolla a continuación el cálculo del costo por ecosistema y hectárea.

Costo por hectárea, para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento = (precio de la planta para reforestación multiplicado por el número de plantas necesarias) + (Precio de la mano de obra multiplicado por el número de jornales requeridos para reforestación) + (Precio del transporte de planta multiplicado el número de kilómetros necesarios) + (Precio de la mano de obra multiplicado por el número de jornales requeridos para las obras de conservación de suelos y preparación para la reforestación) + (Precio de la mano de obra multiplicado por el número de jornales requeridos para llevar a cabo el mantenimiento) + (precio de la mano de obra multiplicada por el número de jornales requeridos para llevar a cabo la asesoría técnica).

I.- El precio de la planta es el que se señala en la tabla:

Tabla VI. 10 Costo de la planta

ECOSISTEMA	COSTO DE PLANTA
Tropical	**35**

II.- El precio del flete de planta, incluyendo la carga y descarga es de: $150 por kilómetro.

III.- El precio de la mano de obra, es el equivalente al salario mínimo vigente para cada área geográfica (smvz), determinado por la Comisión Nacional de Salarios Mínimos, por lo cual el valor es de:

Tabla VI. 11 Salario Mínimo de la región

ÁREA GEOGRÁFICA	MONTO DEL SALARIO MÍNIMO/POR JORNAL
Única	**207.44**

Las cantidades para determinar los costos de referencia son las siguientes:

I.- La cantidad de plantas o densidad de plantación es igual al número de plantas requerido por ecosistema para garantizar la restauración de acuerdo con la tabla:

Tabla VI. 12 Número de plantas por hectárea.

ECOSISTEMA	(NÚMERO DE PLANTAS POR HECTÁREA)
Tropical	**650**

II.- La cantidad de mano de obra por hectárea para llevar a cabo la reforestación es igual a 19 jornales

III.- La cantidad de mano de obra por hectárea para llevar a cabo las obras de conservación de suelos y preparación para la reforestación es de 70 jornales

IV.- La cantidad de mano de obra por hectárea para llevar a cabo el mantenimiento es igual a: 28 jornales

V.- La cantidad de mano de obra por hectárea para la asesoría técnica es igual a: 7 jornales

Por lo cual el valor para calcular el costo por hectáreas el siguiente.

Tabla VI. 13 Costo por hectárea, para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento

Costo planta	**$35.00**
No. plantas/ha	**650**
Mano obra por hectárea (reforestación)	**19**
Mano obra por hectárea (suelo)	**70**
Mano obra por hectárea (Mantenimiento)	**28**
Mano obra por hectárea (asesoría técnica)	**7**
Salario mínimo	**$207.44**
Precio de flete de planta, incluyendo carga y descarga	**$3450.00**
Total por hectárea	**$76,422.56**

Costo por hectárea, para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento = (35*650) +(19*207.44) +(23*150) +(70*207.44) +(28*207.44) +(7*207.44) = $76,422.56 por 1.0 hectárea necesaria.

El proyecto No contempla afectación de suelos forestales por lo que el cálculo se realiza basado en una superficie de 1ha. Así mismo con base en el acuerdo por el que se establecen los niveles de equivalencia para la compensación ambiental por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales se mencionan a continuación.

Tabla VI. 14 Niveles de equivalencia para la compensación ambiental

I.	TIPO DE ECOSISTEMA.	PUNTOS
a.	Semiárido, trópico seco.	**1**
b.	Humedales sin mangle, templado frío, excepto bosque mesófilo de montaña, trópico húmedo, excepto selva alta perennifolia.	3
c.	Humedales con mangle, vegetación de galería, bosque mesófilo de montaña y selva alta perennifolia.	5
II.	**ESTADO DE CONSERVACION DE LA VEGETACIÓN.**	
a.	Vegetación secundaria en proceso de degradación.	**1**
b.	Vegetación secundaria en proceso de recuperación o en buen estado de conservación.	2
c.	Vegetación primaria en proceso de degradación.	3
d.	Vegetación primaria en proceso de recuperación o en buen estado de conservación.	4
III.	**PRESENCIA DE ESPECIES DE FLORA O FAUNA SILVESTRE LISTADAS EN ALGUNA CATEGORÍA DE RIESGO DE ACUERDO CON LA NOM-59-SEMARNAT-2001.**	
a.	Sujetas a protección especial.	**1**
b.	Amenazadas.	2
c.	En peligro de extinción.	3
* Si cualquiera de las especies presentes es endémica se suma un punto adicional.		(+1)
IV.	**SERVICIOS AMBIENTALES ESTABLECIDOS EN LA LGDFS QUE SE AFECTAN.**	
a.	Cuando se dejen de prestar hasta cuatro servicios ambientales.	**1**
b.	Cuando se dejen de prestar más de cuatro servicios ambientales.	2
V.	**PRESENCIA DEL PROYECTO EN ÁREAS DE CONSERVACION.**	
a.	Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA's), Regiones Terrestres Prioritarias (RTP's) o Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP's).	**1**
b.	Áreas Naturales Protegidas de carácter municipal, estatal o federal consideradas como de aprovechamiento restringido.	2
c.	Áreas Naturales Protegidas de carácter municipal, estatal o federal consideradas como de conservación o protección.	3
VI.	**CARACTERÍSTICAS DE LA ACTIVIDAD U OBRA.**	
a.	Trazo lineal que no implique el confinamiento del área.	**1**
b.	Trazo poligonal que no implique el confinamiento del área.	2
c.	Trazo poligonal que implique el confinamiento del área.	3
d.	Trazo lineal que implique el confinamiento del área.	4
VII.	**AFECTACIÓN A LOS RECURSOS SUELO/VEGETACION.**	
a.	Afectación de la vegetación de manera temporal.	1
b.	Afectación de la vegetación de manera permanente.	2
c.	Afectación de la vegetación con sellamiento del suelo.	**3**
VIII.	**BENEFICIO.**	
a.	Ambiental.	0
b.	Social.	**1**
c.	Particular.	2
	TOTAL	**7**

Fuente: SECIRA, S.A. DE C.V. 2023

En base a la tabla anterior se obtiene el valor de la compensación ambiental con ayuda de la siguiente fórmula

Fórmula: CA = (Po) (Fc) (S)

Dónde:
CA= Compensación ambiental
Po = Puntuación obtenida
Fc= Factor de conversión (derivado de dividir la equivalencia máxima a compensar entre la suma de los máximos puntajes de los criterios establecidos**) 7/27=0.25**
S= Superficie por afectar.

La relación por compensar por hectárea en el proyecto es de ------ Derivado que en el SA no se tendrá una afectación se realizará el cálculo con base en 1ha. El área total por compensar es de:

CA= (7*0.25*1) = 1.75 HA

A partir de la necesidad de garantizar que durante la realización de las obras no se produzcan daños graves a los ecosistemas, se establece que:

"La Secretaría podrá exigir el otorgamiento de seguros o garantías respecto del cumplimiento de las condiciones establecidas en las autorizaciones, cuando durante la realización de las obras puedan producirse daños graves a los ecosistemas" Se considerará que pueden producirse daños graves a los ecosistemas, cuando:

I. Puedan liberarse sustancias que al contacto con el ambiente se transformen en tóxicas, persistentes y bioacumulables;
II. En los lugares en los que se pretenda realizar la obra o actividad existan cuerpos de agua, especies de flora y fauna silvestre o especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial;
III. Los proyectos impliquen la realización de actividades consideradas altamente riesgosas conforme a la Ley, el reglamento respectivo y demás disposiciones aplicables, y
IV. Las obras o actividades se lleven a cabo en Áreas Naturales Protegidas."

En este caso no existen sitios con una vulnerabilidad y fragilidad relevantes, y por contrario toda la trayectoria del proyecto se encuentra con signos de deterioro evidentes. Aunado a lo anterior durante todas las etapas del proyecto no se han de liberar sustancias que puedan ser tóxicas, persistentes y bioacumulables, ni existen cuerpos de agua, especies de flora y fauna silvestre o especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial; ni se hará ninguna actividad dentro de Áreas Naturales Protegidas.

De esta forma, será necesario que la empresa constructora recurra a presentar una fianza de protección ambiental; con este instrumento se dará cumplimiento a las demandas de protección a la fauna además de garantizar las medidas de protección y compensación a la vegetación eliminada, establecida por la CONAFOR y la Ley para el Desarrollo Sustentable Forestal y demás ordenamientos jurídicos, para este tipo de actividades. A continuación, se pretendió obtener los costos de acuerdo con antecedentes encontrados en la literatura y documentos similares y en los casos que fueran viables, se elaboró un presupuesto desglosado, por lo que se obtuvieron costos de acuerdo con elaboración propia y fuentes externas. De acuerdo con los documentos consultados se presenta la siguiente tabla, la cual muestra el costo de realizar cada actividad y la suma total de estos conceptos dando una cantidad de $265,446.83 además, en la última columna se desglosa el costo por km.

Tabla VI. 15 Información para montos de fianzas

ACTIVIDADES	**COSTO DE 1.75 Ha (MXN)**	**COSTO POR KM (MXN)**
Ejecución y Supervisión de las medidas de mitigación enlistadas en la MIA-P	150,174.18	**$85,813.82**
Reparación de daños por la incorrecta ejecución de las medidas, programas y acciones ambientales	115,272.65	**$65,870.09**
TOTAL	**$265,446.83**	

ÍNDICE

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS 3
VII.1. METODOLOGÍA PARA MODELAR LOS ESCENARIOS AMBIENTALES 4
VII.2. DIAGNOSTICO AMBIENTAL PARA LA MODELACIÓN DE ESCENARIOS 6
VII.2.1. MEDIO ABIÓTICO 6
VII.2.2. MEDIO BIÓTICO 14
VII.2.4. MEDIO SOCIOECONÓMICO 16
VII.3 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE ESCENARIOS 19
VII.3.1. DESCRIPCIÓN DEL ESCENARIO ACTUAL 19
VII.3.2. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO TENDENCIAL SIN PROYECTO 21
VII.3.3. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO SIN EJECUTAR MEDIDAS DE MITIGACIÓN . 24
VII.3.4. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO, EJECUTANDO MEDIDAS DE MITIGACIÓN.. 28
VII.4. PRONÓSTICO AMBIENTAL 32
VII.5. CONCLUSIONES 33

INDICE DE TABLAS

TABLA VII. 1 INDICADORES DE IMPACTO AMBIENTAL ESTABLECIDOS PARA EL PROYECTO 3
TABLA VII. 2 FORMATO MATRIZ DE IMPACTOS CRUZADOS 4
TABLA VII. 3 DESCRIPCIÓN DE LOS VALORES EN LA BRECHA AMBIENTAL 5
TABLA VII. 4 DESCRIPCIÓN DE LOS VALORES DE PONDERACIÓN PARA EL COMPONENTE AIRE. 6
TABLA VII. 5 DESCRIPCIÓN DE LOS VALORES DE PONDERACIÓN PARA EL COMPONENTE SUELO 8
TABLA VII. 6 DESCRIPCIÓN DE LOS VALORES DE PONDERACIÓN PARA EL COMPONENTE HIDROLOGÍA. 10
TABLA VII. 7 PONDERACIÓN DE LA GEOMORFOLOGÍA. 12
TABLA VII. 8 DESCRIPCIÓN DE LOS VALORES DE PONDERACIÓN PARA EL COMPONENTE VEGETACIÓN 14
TABLA VII. 9 DESCRIPCIÓN DE LOS VALORES DE PONDERACIÓN PARA EL COMPONENTE FAUNA 15
TABLA VII. 10 DESCRIPCIÓN DE LOS VALORES DE PONDERACIÓN PARA EL COMPONENTE ANTRÓPICO. 16
TABLA VII. 11 PONDERACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL. 18
TABLA VII. 12 CALIDAD AMBIENTAL DE LOS ELEMENTOS DEL SA. 18
TABLA VII. 13 PONDERACIÓN INICIAL DE LA CALIDAD AMBIENTAL PARA LA MODELACIÓN KSIM DEL SISTEMA AMBIENTAL 19
TABLA VII. 14 COMPORTAMIENTO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL SISTEMA AMBIENTAL, A CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO, SIN LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO 21
TABLA VII. 15 COMPORTAMIENTO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL SISTEMA AMBIENTAL A CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO, CON LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO Y SIN MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O MITIGANTES. 24
TABLA VII. 16 COMPORTAMIENTO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL SISTEMA AMBIENTAL A CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO, CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN. 28

INDICE DE GRÁFICAS

GRÁFICA VII. 1 CALIDAD AMBIENTAL PROYECTADO A CORTO MEDIANO Y LARGO PLAZO SIN LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO 22
GRÁFICA VII. 2 BRECHA AMBIENTAL PROYECTADO A CORTO MEDIANO Y LARGO PLAZO SIN LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO 22
GRÁFICA VII. 3 CALIDAD AMBIENTAL PROYECTADO A CORTO MEDIANO Y LARGO PLAZO CON LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO ... 25
GRÁFICA VII. 4 BRECHA AMBIENTAL PROYECTADO A CORTO MEDIANO Y LARGO PLAZO CON LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN 26
GRÁFICA VII. 5 CALIDAD AMBIENTAL PROYECTADO A CORTO MEDIANO Y LARGO PLAZO CON LA EJECUCIÓN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN. 29

GRÁFICA VII. 6 BRECHA AMBIENTAL PROYECTADO A CORTO MEDIANO Y LARGO PLAZO CON LA EJECUCIÓN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN 30

ÍNDICE DE IMÁGENES

IMAGEN VII 1 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DEL SISTEMA AMBIENTAL (COMPONENTE ATMOSFÉRICO)..... 7
IMAGEN VII 2 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DEL SISTEMA AMBIENTAL (COMPONENTE SUELO). 9
IMAGEN VII 3 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DEL SISTEMA AMBIENTAL (COMPONENTE HIDROLOGÍA)..... 11
IMAGEN VII 4 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DEL SISTEMA AMBIENTAL (COMPONENTE GEOMORFOLOGÍA)..... 12
IMAGEN VII 5 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DEL SISTEMA AMBIENTAL (COMPONENTE VEGETACIÓN)..... 14
IMAGEN VII 6 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DEL SISTEMA AMBIENTAL (COMPONENTE FAUNA)..... 15
IMAGEN VII 7 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DEL SISTEMA AMBIENTAL (COMPONENTE ANTRÓPICO)..... 17

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

En este capítulo se pretende realizar un análisis multifactorial el cual nos permita proyectar los posibles escenarios futuros dentro del sistema ambiental y área del proyecto, considerando las condiciones ambientales y rurales observadas para el proyecto. Asimismo, se considerarán los efectos ambientales y sociales positivos y negativos que se pueden derivar con y sin la aplicación eficiente de las medidas de prevención, mitigación y compensación expuestas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular.

Para poder realizar un pronóstico ambiental, es necesario contar con indicadores cuantitativos que permitan evaluar la dimensión de las alteraciones que podrán producirse como consecuencia de la implementación del proyecto **Puente vehicular ubicado en el km 12+616, sobre el camino Santo Domingo Yodohino – San Andrés Dinicuiti, con una longitud aproximada de 30.0 m, más accesos, ubicado en el estado de Oaxaca.**, donde se ha considerado incluir aquellos que puedan ser representativos, relevantes, medibles y de fácil identificación y seguimiento. Por otra parte, y dado que estos indicadores de impacto varían a lo largo del tiempo, de acuerdo con la etapa en que se encuentra, se presentan para cada fase del proyecto la factibilidad de su aplicación, cuyo nivel de detalle y cuantificación se irán evaluando, analizando y atendiendo con la medida de mitigación respectiva, al momento del desarrollo del proyecto.

Los indicadores establecidos para el presente proyecto se describen a detalle en el capítulo V de esta Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular y a continuación solo se presenta una lista general de estos.

TABLA VII. 1 INDICADORES DE IMPACTO AMBIENTAL ESTABLECIDOS PARA EL PROYECTO

FACTOR AMBIENTAL ATENDIDO	INDICADOR DE IMPACTO AMBIENTAL
Geomorfología, relieve e Inestabilidad.	Superficie afectada de la geomorfología.
Vegetación y Hábitat.	Superficie afectada por tipo de cobertura vegetal.
	Volumen de vegetación triturada y reincorporada al suelo como sustrato.
	Numero de organismos arbóreos propagados.
	Supervivencia de organismos arbóreos sembrados.
	Superficie rehabilitada con vegetación local.
Fauna.	Número de organismos reubicados
	Número de madrigueras o nidos rescatados y reubicados.
	Número de cursos de educación y capacitación ambiental.
Suelo.	Volumen de suelo almacenado y reutilizado.
Hidrología Superficial.	Numero de eventos que modificaron la calidad del agua superficial.
	Volumen de partículas sólidas incorporadas a los cauces.
Seguridad en el transporte.	Número de accidentes ocurridos en el proyecto y lugar de incidencia.
Seguridad e higiene en el trabajo.	Número de accidentes laborales por actividad.

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2023.

Una vez establecidos los índices, con los cuales se les dará seguimiento a los impactos ambientales y con base en la caracterización inicial del sitio del proyecto, se deberán establecer controles, como normas y reglamentaciones estrictas, así como fomentar la capacitación ambiental a todos los trabajadores de la promovente, para que este proyecto sea concebido como un ejemplo a seguir y evitar afectaciones innecesarias o irresponsables a los componentes bióticos y los físicos, destacando el suelo y el relieve, ya que estos factores ambientales son los que probablemente puedan sufrir las principales afectaciones, por el incremento de usos de estos.

VII.1. Metodología para modelar los escenarios ambientales

Con base en la caracterización ambiental realizada para el proyecto (capítulo IV) y mediante la metodología de impacto cruzado KSIM, se realizará el pronóstico en tres posibles escenarios: sin proyecto, con proyecto y con proyecto e implementando medidas preventivas, mitigantes y compensatorias para el Área del proyecto delimitado.

El método de impacto cruzado es un enfoque analítico de las probabilidades de un acontecimiento en un conjunto pronosticado. Estas probabilidades pueden ajustarse en virtud de las opiniones respecto de las interacciones potenciales entre los acontecimientos pronosticados.
Para la modelación del escenario ambiental con el Proyecto y sin medidas de mitigación del área del proyecto, se consideró la dinámica natural y socioeconómica actual, las actividades y elementos del desarrollo del Proyecto presentados en el capítulo II, para el cual se tomó como referencia el SA descrito en el Capítulo IV, así como los impactos reevaluados que se pueden generar con las actividades de preparación del sitio, construcción y operación en el área del Proyecto.

Para implementar el método KSIM:

1. Se selecciona un juego de variables ambientales, identificadas previamente en la evaluación de impacto ambiental. Cabe mencionar que esta selección no es restrictiva, ya que el modelo permite adicionar o eliminar variables sin complicación alguna; haciendo la aclaración de que el número máximo de variables es 10, pero lo recomendable es utilizar un menor número, dado que posiblemente el modelo puede incluir algunas interacciones que no repercutan de manera importante en la modelación y por el contrario pueden enmascarar la simulación deseada. En el presente trabajo se analizarán 5 factores ambientales donde se incluyen el total de los atributos ambientales evaluados para él proyecto.
2. El equipo evaluador normaliza las variables seleccionadas asignando valores de calidad ambiental inicial, cuyo intervalo es de 0 a 1, sin incluir estos valores. Cabe destacar que, para la asignación de los valores de calidad ambiental, se fundamenta sobre el trabajo de campo realizado y la ponderación con criterios locales y a partir de las condiciones naturales actuales de la variable a modelar, donde se consideran todos los atributos de cada factor ambiental y se conjunta en uno solo, lo cual representa la línea de base del escenario que ha de recibir toda la infraestructura proyectada.
3. Se construye la matriz de impactos cruzados, donde se listan cada una de las variables seleccionadas dos veces, una vez en el encabezado y renglón, de manera ordenada. La entrada a la matriz es a partir de la interacción que ejerce la columna sobre el primer renglón respectivo y así sucesivamente. La ponderación de las interacciones puede ser cero, cuando es ausente. En este caso se considera el intervalo de -1 a +1, incluyendo fracciones de 1/10, así como las interacciones positivas o negativas. Con los criterios de interacción baja (0.1, 0.2 y 0.3); interacción media: (0.4, 0.5 y 0.6) e interacción alta (0.7, 0.8 y 0.9). La matriz de impactos cruzados utilizada se muestra en la siguiente tabla:

TABLA VII. 2 FORMATO MATRIZ DE IMPACTOS CRUZADOS

VARIABLE	GEOMORFOLOGÍA.	HIDROLOGÍA.	EDAFOLOGÍA	VEGETACIÓN	FAUNA	HÁBITAT.	ECONOMÍA.
Geomorfología.							
Hidrología.							
Edafología							
Vegetación							
Fauna							
Hábitat							
Economía.							

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2023.

4. Posteriormente se inicia la simulación de los escenarios ambientales, al correr el modelo, cuyo resultado es un gráfico con los valores para cada variable periodo tras periodo. Los resultados obtenidos y el gráfico permiten al grupo interdisciplinario realizar el análisis del comportamiento de las variables y su incorporación e integración dentro del sistema a simular. Si el modelo obtenido no resulta satisfactorio, lo cual puede ser resultado de una sobre o subvaloración de las interacciones, definidas de acuerdo con las tendencias lógicas o predecibles del recurso, se procede a modificar los valores de la interacción de la matriz y se corre nuevamente, hasta encontrar aquella simulación que permite predecir el comportamiento del SA y del área del proyecto de una manera más cercana a la realidad.
5. Una vez obtenidos los valores para cada variable ambiental al término de los primeros 5 años, se utilizan los resultados obtenidos para repetir el procedimiento desde el paso 2 y obtener los valores a los 15 y 25 años.
6. Como siguiente paso se procede a evaluar la "brecha ambiental", entre cada uno de los resultados KSIM obtenidos para cada variable, y los valores obtenidos a la modelación "Sin Proyecto", cuya interpretación se traduce como los impactos positivos aportados por el proyecto y las afectaciones adicionales derivadas de la incorporación de la obra. Cabe destacar que las diferencias negativas corresponden a impactos favorables al SA y los valores positivos reflejan la existencia de afectaciones al entorno.
7. Como siguiente paso se procede a evaluar la "brecha ambiental", entre cada uno de los resultados KSIM obtenidos para cada proyecto, y los valores obtenidos a la modelación "Sin Proyecto", cuya interpretación se traduce como los impactos positivos aportados por el proyecto y las afectaciones adicionales derivadas de la incorporación de este. Cabe destacar que las diferencias negativas corresponden a impactos favorables al SA y los valores positivos reflejan la existencia de afectaciones al entorno.
8. Cada uno de los valores obtenidos en las respectivas modelaciones para cada obra, se utiliza para realizar el gráfico en la hoja de cálculo Excel, diseñando en forma de líneas y posteriormente de "barras horizontales", para que sea más objetiva y evidente el comportamiento neto de la "brecha ambiental" del sistema para cada uno de los proyectos en cada intervalo de tiempo, es decir 5,15 y 25 años; se obtiene, de esta forma, en el extremo izquierdo las aportaciones benéficas sobre la calidad ambiental de los factores modelados, y del lado derecho los impactos negativos de cada factor, aportando una visión clara de lo que pasaría durante el conjunto de interacciones actividades-factores ambientales, a lo largo de cada intervalo de tiempo señalado, ya que se expresarán en forma numérica las diferencias entre la longitud de las barras de cada factor analizado.

TABLA VII. 3 DESCRIPCIÓN DE LOS VALORES EN LA BRECHA AMBIENTAL

TIPO DE MODIFICACIÓN	BRECHA AMBIENTAL		INTERPRETACIÓN
	MILÉSIMAS	%	
Decisiva o definitiva	Más de 100	10	Son aquellas valoraciones, positivas o negativas, que muestran los impactos estratégicos o prioritarios, e indican que las modificaciones sobre el atributo tienen un efecto muy importante, donde su tendencia y calidad ambiental, se aleja de manera significativa del estadio que pudiera haber tenido de acuerdo con el comportamiento de sus condiciones naturales y relaciones inherentes. En el momento de encontrar este tipo de modificaciones con un carácter negativo, es imprescindible aplicar las medidas correctivas necesarias.
Moderada	50 a 90	5-9	Son aquellas valoraciones, positivas o negativas, que indican la existencia de modificaciones parciales sobre el atributo, su tendencia y calidad ambiental y sus efectos son controlables. En esta situación se pueden reorientar sus tendencias, ya sea consolidando sus efectos benéficos o revirtiendo las alteraciones negativas sobre sus atributos.
Baja o Incipiente	Menor de 50	Menor al 5	Son valoraciones, positivas o negativas, que indican que las alteraciones sobre el atributo tienen un efecto marginal, de tal manera que su tendencia y calidad ambiental, tienen una gran similitud con la evolución de sus características o atributos naturales, donde las actuaciones del proyecto evaluado no producen modificaciones sustanciales del factor ambiental. En esta situación resulta poco recomendable invertir en acciones o medidas de mitigación encaminadas a la atenuación de las afectaciones ambientales.

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2023.

VII.2. Diagnostico ambiental para la modelación de escenarios

A continuación, se describen los indicadores de los componentes abióticos y bióticos que se integraron para diagnosticar el estado que actualmente guarda la calidad ambiental del Sistema Ambiental del trazo del proyecto. Asimismo, se describe la escala ordinal de uno a nueve para cada indicador donde el uno (1) corresponde a una calidad extremadamente baja y el nueve (9) a una calidad ambiental muy alta.

VII.2.1. MEDIO ABIÓTICO

VII.2.1.1. Aire

La calidad del aire es de gran importancia ya que durante las etapas del proyecto se generarán emisiones a la atmósfera por actividades como el movimiento de tierras por despalme, excavaciones, rellenos, nivelaciones, paso de vehículos o maquinaria y equipo, incrementando y dispersando las partículas y polvo que reducirán la calidad del aire y modificarán el paisaje generando reducción de la visibilidad y efectos negativos sobre cubiertas de vegetación o molestia en la población que transite o forme parte del Área de Influencia.

En la siguiente tabla se describe la escala ordinal de uno a nueve para cada indicador donde uno (1) corresponde a una calidad muy baja y nueve (9) a una calidad ambiental muy alta.

Los criterios de evaluación considerados como referentes son los siguientes:

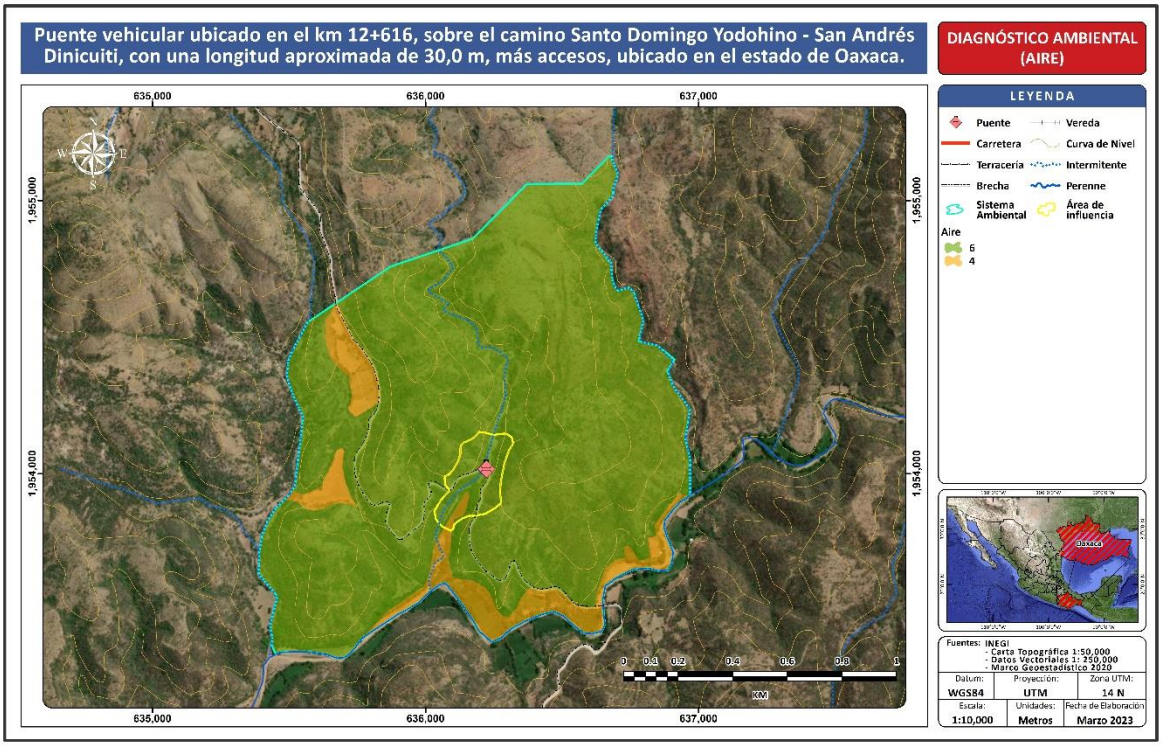
- **Emisiones de gases**: este indicador se basa en la calidad del aire tomando como parámetro la NOM-041-SEMARNAT-2015 que *establece los límites máximos permisibles de emisiones de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible* y enfocado a la zona de estudio.
- **Emisión de polvos**: Este indicador se basa en la emisión de partículas de polvo suspendidas por las actividades realizadas durante el proyecto, como el desmonte, despalme, acarreo de materiales, etc. Los rangos de evaluación se establecieron de acuerdo con el grado de emisión de partículas que puede levantar un vehículo o maquinaría al paso o por la carga, descarga, transporte de materiales, por lo que la evaluación se sitúa desde la nula visibilidad provocada por la alta concentración de partículas, hasta la presencia de aire puro, sin influencia de emisión de partículas por actividad antrópica o natural. El criterio utilizado para evaluar el aire se presenta en la siguiente tabla, en donde los valores mayores indican una mejor calidad ambiental, en tanto que los valores menores señalan una menor calidad ambiental.

TABLA VII. 4 DESCRIPCIÓN DE LOS VALORES DE PONDERACIÓN PARA EL COMPONENTE AIRE.

ESCALA DE EVALUACIÓN	VALOR	EMISIÓN DE GASES	EMISIÓN DE POLVOS
Degradado.	1	Emisión de gases todo el tiempo con abundante tránsito de vehículos y actividades antrópicas constantes.	Nula visibilidad.
Muy mala.	2	Emisión de gases por más de 12 horas continúas con abundante tránsito de vehículos y actividades antrópicas.	Poca visibilidad la mayor parte del tiempo.
Mala.	3	Emisión de gases por tránsito de vehículos en horarios pico, acompañado de actividades antrópicas.	Poca visibilidad en horarios pico.
Moderada.	4	Emisión de gases en ocasiones eventuales ya sea por vehículos o actividades antrópicas.	Poca visibilidad en al menos 2 ocasiones durante el día.

ESCALA DE EVALUACIÓN	VALOR	EMISIÓN DE GASES	EMISIÓN DE POLVOS
Regular/modificado.	5	Emisión de gases en ocasiones eventuales ya sea por vehículos o actividades antrópicas.	Poca visibilidad en ocasiones eventuales (temporales).
Aceptable/modificado.	6	Hay emisiones bajas de vehículos y antrópicas en varios puntos de la zona de estudio.	Hay liberación de partículas en varios puntos.
Buena.	7	Aire aceptable, emisiones de vehículos y antrópicas incipientes y aisladas, en algunas zonas del proyecto.	Aire aceptable, emisiones de partículas incipientes y aisladas, polvo en estiaje.
Muy buena.	8	Aire puro, muy poca influencia de emisiones derivadas del tránsito de vehículos y actividad antrópica.	Aire puro, muy pocas emisiones de partículas derivadas de actividad antrópica o natural, aún en estiaje.
Sin perturbación.	9	Aire puro, sin influencia de emisiones por tránsito de vehículos o actividad antrópica.	Aire puro, sin influencia de emisiones de partículas por actividad antrópica.

IMAGEN VII 1 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DEL SISTEMA AMBIENTAL (COMPONENTE ATMOSFÉRICO).



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2023.

Con base en el mapa anterior, en el Sistema Ambiental domina la calidad de aire aceptable/modificado con emisiones bajas de vehículos y antrópicas en varios puntos pues, se considera esta calidad en los sitios más conservados de vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia. Asimismo, en sitios particulares donde se perciben actividades agrícolas y con asentamientos humanos, la calidad del aire es moderada, existiendo emisión de gases en ocasiones eventuales, ya sea por vehículos de los habitantes y sus actividades antrópicas.

Respecto al Área de Influencia del Proyecto, predomina la calidad del aire moderada y corresponde a sitios con emisiones de gases ocasionales por el tránsito de vehículos o actividades antrópicas.

VII.2.1.2. Suelo

En todos los proyectos de construcción de una infraestructura, el elemento suelo, siempre es unos de los más impactados, ya que su calidad se ve comprometida. Por lo anterior, se considera que este elemento es un buen indicador para modelar los escenarios.

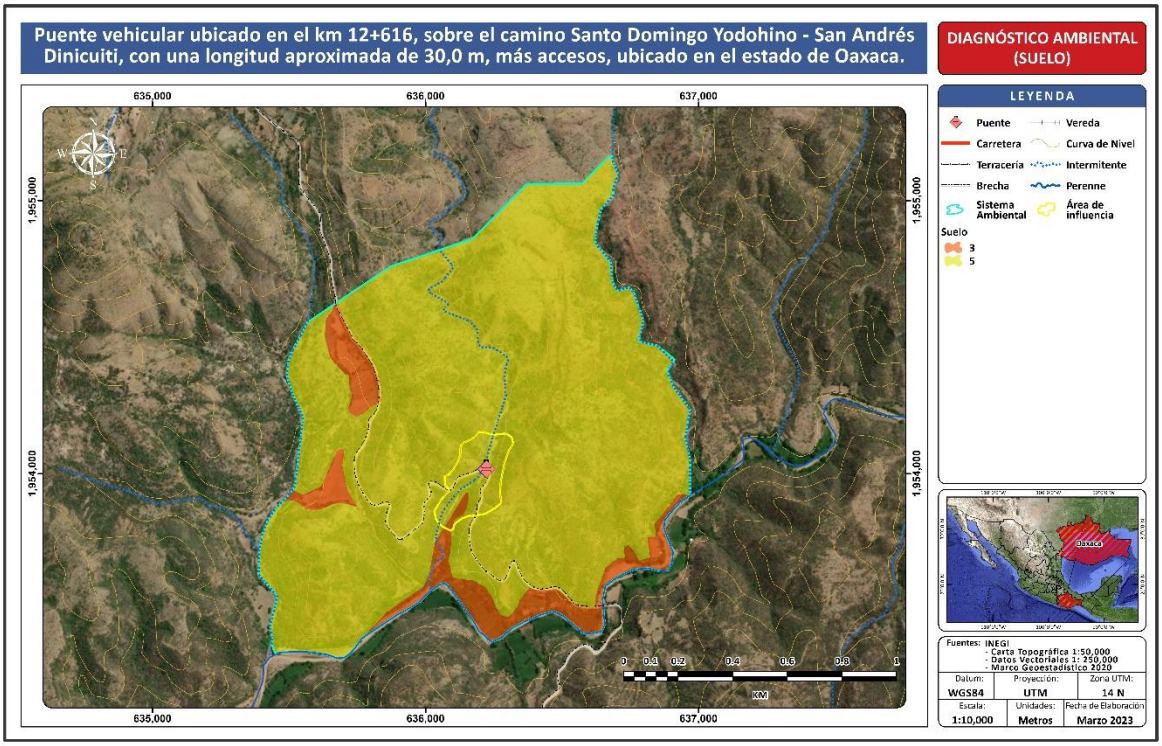
El criterio utilizado para evaluar el factor suelo se presenta en la siguiente tabla, en donde los valores mayores indican una mejor calidad ambiental.

TABLA VII. 5 DESCRIPCIÓN DE LOS VALORES DE PONDERACIÓN PARA EL COMPONENTE SUELO.

ESCALA DE EVALUACIÓN	VALOR	EROSIÓN
Degradado	1	Erosión severa (ES): superficies extensas donde el material parental está totalmente expuesto y es evidente la presencia de cárcavas de 1 m o más de ancho. Estas áreas están totalmente desprovistas de vegetación
Muy mala	2	Erosión severa (ES): áreas donde el material parental está totalmente expuesto y es evidente la presencia de erosión en cárcavas de 1 m o más de ancho. Estas áreas están desprovistas de vegetación, excepto en relicto
Mala	3	Erosión severa (ES): áreas desnudas de vegetación donde el material parental está expuesto y es evidente la presencia de cárcavas de 1 m o menos. Estas áreas están desprovistas de vegetación, excepto en relictos donde se conserva vegetación natural
Moderada	4	Erosión media (EM): áreas con escasa cobertura vegetal, pastizales, matorrales o bosques muy abiertos. El suelo mineral es somero y está expuesto. En partes el material parental (rocas o tepetate) está parcialmente expuesto. No se observan cárcavas mayores a 1 m, aunque sí erosión en canalillos, laminar u eólica.
Regular/modificado	5	Erosión media (EM): áreas con escasa cobertura vegetal, pastizales, matorrales o bosques muy abiertos. El suelo mineral es somero y está expuesto. En partes el material parental (rocas o tepetate) está parcialmente expuesto. No se observan cárcavas mayores a 50 cm, aunque sí erosión de tipo laminar, en canalillos u eólica
Aceptable/modificado	6	Erosión incipiente (EL): áreas con cobertura vegetal arbustiva, herbácea y a veces arbórea en dónde se aprecia muy poca pérdida de suelo por el efecto del agua y el aire, en consecuencia, el suelo mineral no está expuesto. Aunque en ocasiones el suelo mineral está expuesto éste se mantiene en su sitio por el efecto de la vegetación
Buena	7	Erosión incipiente (EL): áreas con cobertura vegetal arbustiva, herbácea y a veces arbórea en dónde se aprecia muy poca pérdida de suelo por el efecto del agua y el aire, en consecuencia, el suelo mineral no está expuesto. Aunque en ocasiones el suelo mineral está expuesto éste se mantiene en su sitio por el efecto de la vegetación
Muy buena	8	Áreas con erosión mínima (NE): Esta categoría incluye áreas agrícolas con pendientes menores de 5%, o bien, con vegetación forestal suficientemente densa como para evitar algún grado de erosión
Sin perturbación	9	Áreas sin erosión (NE): Esta categoría incluye áreas agrícolas con pendientes menores de 5%, o bien, con vegetación forestal suficientemente densa como para evitar algún grado de erosión

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2023.

IMAGEN VII 2 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DEL SISTEMA AMBIENTAL (COMPONENTE SUELO).



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2023.

En el Sistema Ambiental y en el Área del Proyecto, el componente suelo presenta dos tipos de erosión: Regular/modificado y mala. La erosión severa se identifica en sitios específicos al sur y al oeste del SA, con alta compactación por actividad agrícola, presencia de asentamientos humanos y/o reducción de la capacidad de recarga del agua. La erosión media está dada principalmente por el tipo de cobertura vegetal correspondiente a vegetación secundaria de selva baja caducifolia, es decir, es vegetación modificada por actividad con áreas desprovistas de vegetación, degradadas y con pérdida de fertilidad. Aunado a esto, las modificaciones producidas en el suelo, por el uso actual que se le da a la tierra como salinización y la alcalinización, afectan considerablemente la calidad de vida de la población.

VII.2.1.3. Hidrología

Capacidad de infiltración: la evaluación se realizó mediante factores que afectan la capacidad de infiltración como: entrada en la superficie; transmisión a través del suelo; agotamiento de la capacidad de almacenaje del suelo; características del medio permeable; características del flujo, además de la presencia de vegetación y azolvamiento.

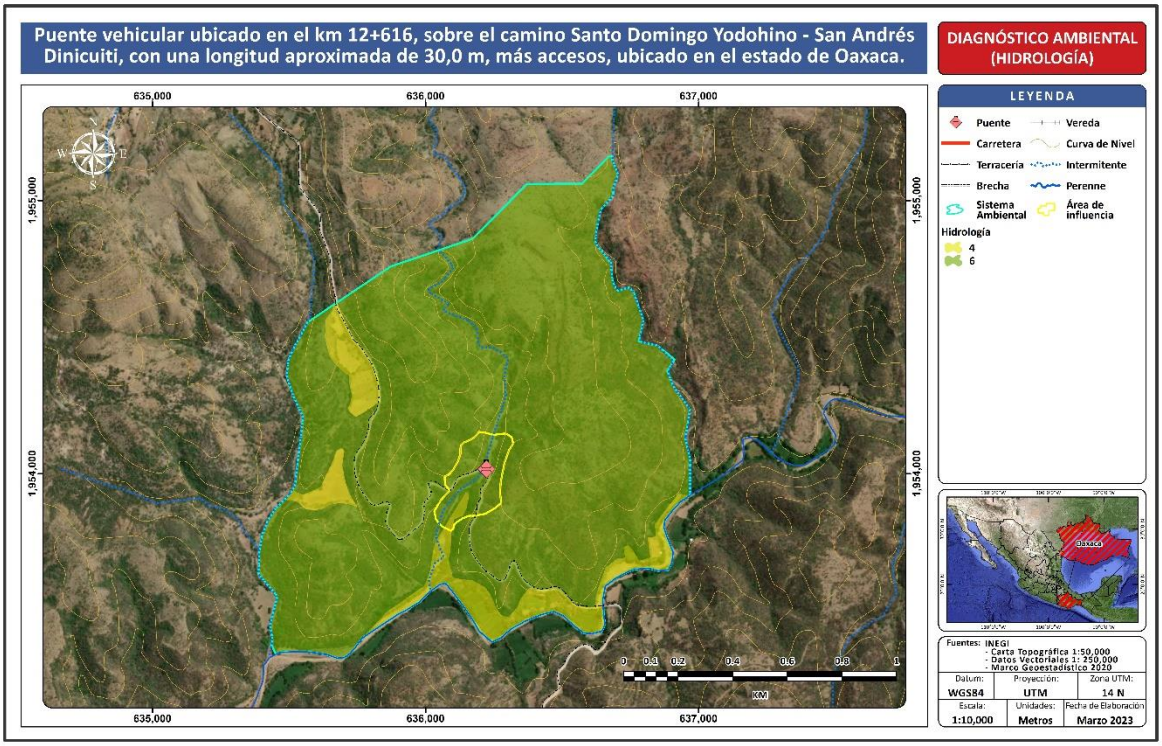
El criterio utilizado para evaluar la hidrología se presenta en la siguiente tabla, en donde los valores mayores indican una mejor calidad ambiental.

TABLA VII. 6 DESCRIPCIÓN DE LOS VALORES DE PONDERACIÓN PARA EL COMPONENTE HIDROLOGÍA.

ESCALA DE EVALUACIÓN	VALOR	CAPACIDAD DE INFILTRACIÓN
Degradado	1	Capacidad de infiltración nula, por falta de suelo; presencia de escurrimientos por estratos endurecidos o roca superficial. Sin retención de agua.
Muy mala	2	Capacidad de infiltración nula, presencia de escurrimientos por estratos endurecidos o roca superficial. Sin retención de agua
Mala	3	Capacidad de infiltración escasa en partículas de suelo acumulado; presencia de escurrimientos por estratos endurecidos o roca continua. Escasa retención de agua.
Moderada	4	Infiltración insuficiente por el horizonte de suelo existente. Pérdida de la infiltración por escorrentía. Poca capacidad de retención.
Regular/modificado	5	Infiltración limitada por el horizonte de suelo existente. Pérdida de la infiltración por evaporación. Poca capacidad de retención. Escaso aprovechamiento del agua retenida por la reducida cobertura vegetal
Aceptable/modificado	6	Infiltración limitada por el horizonte de suelo existente. Pérdida de la infiltración por evaporación o interceptación neta de la vegetación. Poca capacidad de retención. Aprovechamiento del agua retenida por la vegetación
Buena	7	Infiltración buena, algunos poros se encuentran saturados con agua, la capacidad de infiltración mejora; la infiltración se hará en función de la permeabilidad de los estratos inferiores. La retención de agua es buena suficiente para la vegetación y otros procesos
Muy buena	8	Infiltración eficiente, gran parte de los poros del suelo se encuentran saturados de agua, la permeabilidad de los estratos inferiores se optimiza, por lo tanto, la infiltración alcanza mayor profundidad. La retención de agua es más eficiente y suficiente para abastecer al manto freático y a la vegetación por periodos de tiempo más largos aún en época de estiaje. Hay mayor capacidad de retención de agua por la vegetación
Sin perturbación	9	Máxima capacidad de infiltración (velocidad máxima con que el agua penetra en el suelo). Agua en abundancia para mantener el manto freático al máximo y los ciclos biogeoquímicos

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2023.

IMAGEN VII 3 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DEL SISTEMA AMBIENTAL (COMPONENTE HIDROLOGÍA).



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2023.

En todo el Sistema Ambiental existe presencia de vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia, lo cual es indicativo del impacto generado por actividad antrópica. Aunado a esto, la calidad del suelo existente se cataloga como media, lo cual se relaciona directamente con el tipo de infiltración predominante (aceptable/modificado) en el SA y el Área de Influencia, misma que está limitada por el horizonte de suelo existente, lo que genera pérdida de la infiltración por evaporación o interceptación neta de la vegetación.

No obstante, este impacto puede ir en aumento si se continúan realizando actividades como deforestación y aumento de actividades agrícolas y/o ganaderas. La implementación del proyecto en cuestión plantea con sus actividades, desarrollar acciones de protección, mitigación y compensación al área del proyecto y su zona de influencia.

VII.2.1.4. Geomorfología

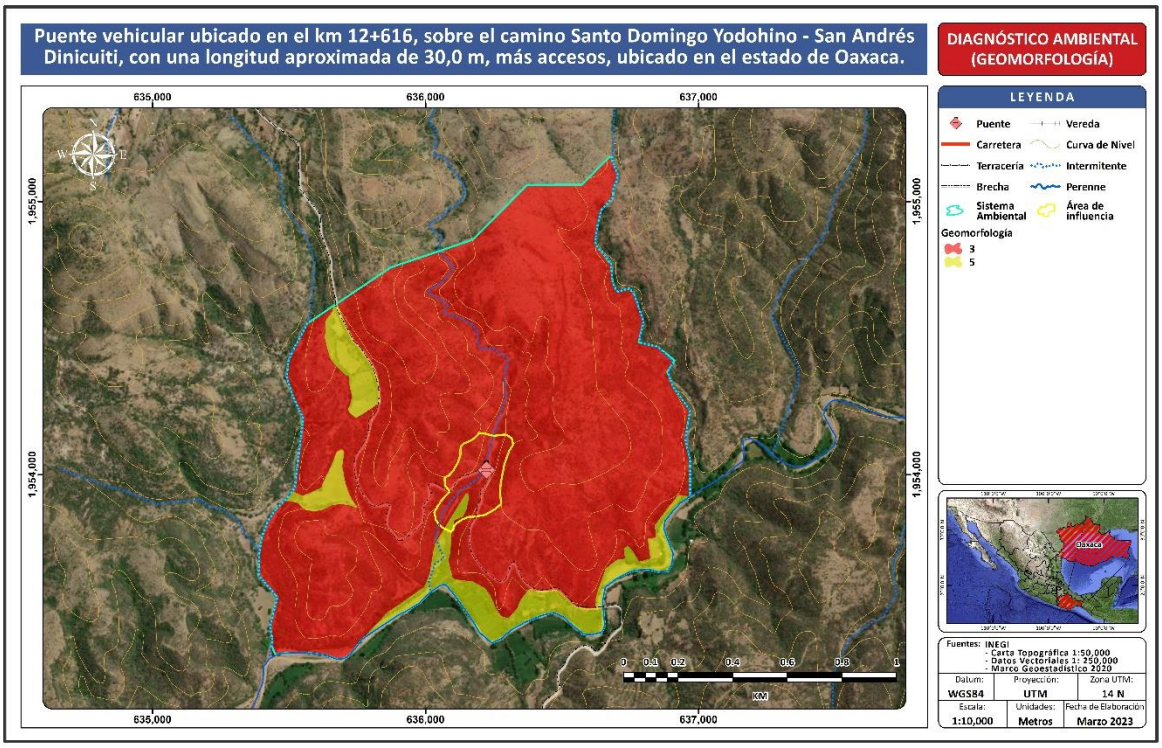
Intemperismo del material parental: este indicador se evaluará de manera porcentual de acuerdo con la intemperización o exposición del material parental, tomando en cuenta el tipo, tamaño y grado de su estructura lábil. Con la explicación previa se designaron valores a determinadas áreas con las siguientes características:

TABLA VII. 7 PONDERACIÓN DE LA GEOMORFOLOGÍA.

ESCALA DE EVALUACIÓN	VALOR	INTEMPERISMO DE LA ROCA
Degradado	1	Roca expuesta: estructura angular a prismática, grande, fuerte. Textura y mineralogía primarias fácilmente reconocibles en muestra de mano
Muy mala	2	Poco intemperizada: Estructura original reconocible, cambios de color incipientes en matriz y minerales
Mala	3	Ligeramente intemperizado: incremento en la densidad de fracturamiento y alteración de minerales originales
Moderada	4	Ligeramente intemperizado: incremento en la densidad de fracturamiento y alteración de minerales originales, pérdida de cohesión en la roca
Regular/modificado	5	Moderadamente intemperizado: roca parcialmente transformada en suelo, roca > suelo
Aceptable/modificado	6	Fuertemente intemperizado: roca parcialmente transformada en suelo, suelo > roca
Buena	7	Completamente intemperizado: suelo incipiente, algunos remanentes de estructuras primarias
Muy buena	8	Formación de suelo: algo de contenido orgánico y pérdida total de textura y mineralogía primaria del material parental
Sin perturbación	9	Formación de suelo: algo de contenido orgánico y pérdida total de textura y mineralogía primaria del material parental

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2023.

IMAGEN VII 4 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DEL SISTEMA AMBIENTAL (COMPONENTE GEOMORFOLOGÍA).



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2023.

El SA se asienta sobre la provincia fisiográfica Sierra Madre del Sur que presenta un sistema de estructura compleja, con homogeneidad constituido por una gran variedad de rocas y estructuras. Asimismo, el sistema de topoformas característico es de lomerío con cañadas por lo que cuenta con diferentes alturas que van de los 1,609 a 1,677 metros con inclinaciones máximas de 41%, lo cual refleja la complejidad y heterogeneidad del área. Acorde con el diagnóstico realizado, presenta dos tipos de ponderación a la geomorfología correspondientes a moderada y ligeramente intemperizado, siendo esta segunda la que prevalece en el Área de Influencia.

Este tipo de afectación refleja el incremento en la densidad de fracturamiento y alteración de minerales originales. No obstante, el desarrollo del proyecto no afectará significativamente la geomorfología ya que el impacto por la construcción del puente será puntual y en una zona cuya estructura ha sido modificada por la carretera existente.

VII.2.2. MEDIO BIÓTICO

VII.2.2.1. Vegetación

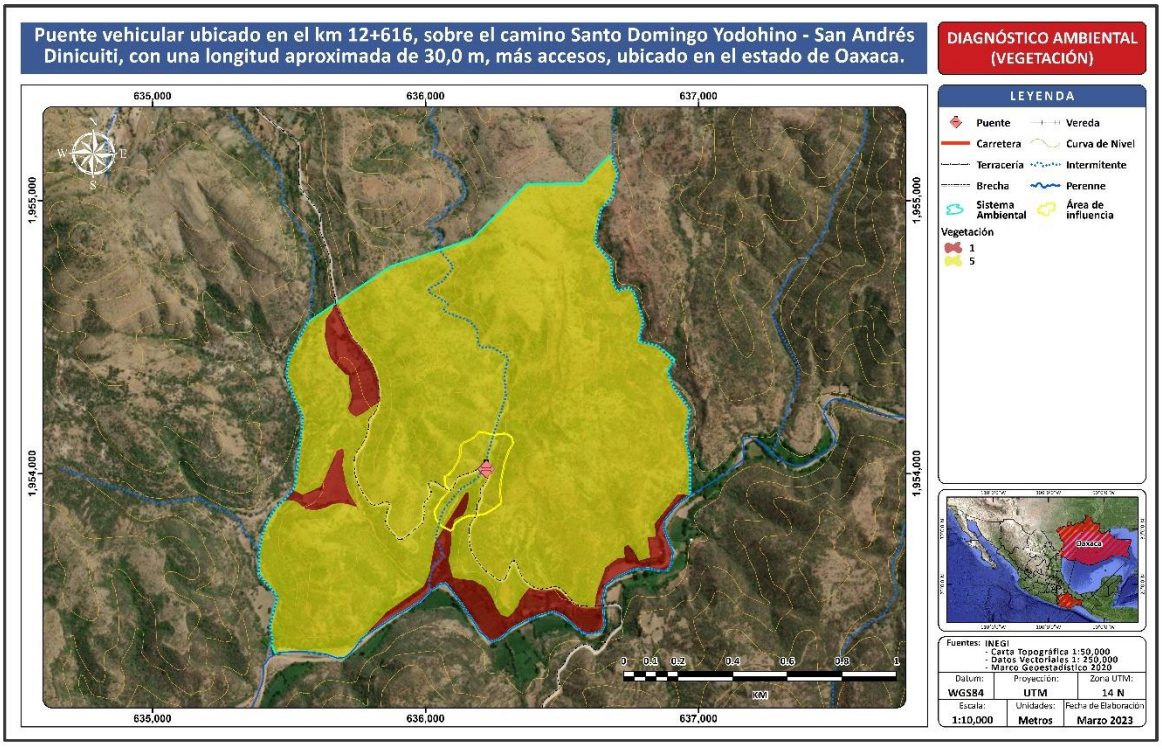
El efecto principal que conlleva la eliminación de la cobertura vegetal en los sitios es la fragmentación del hábitat, lo que provoca efectos de borde y altera la estructura y las funciones originales del ecosistema. De manera indirecta la poca cobertura vegetal elimina las fuentes de alimentación y refugio de la fauna que habita en el ecosistema.

TABLA VII. 8 DESCRIPCIÓN DE LOS VALORES DE PONDERACIÓN PARA EL COMPONENTE VEGETACIÓN.

ESCALA DE EVALUACIÓN	ESCALA	% DE COBERTURA VEGETAL EN EL POLÍGONO
Degradado	1	0 al 30 % de cobertura vegetal presente en el polígono
Bajo estado conservación	3	30 al 50 % de cobertura vegetal presente en el polígono o se trata de localidades, caminos o carreteras.
Regular/modificado	5	50 al 70 % de cobertura vegetal presente en el polígono o se trata de zonas de agricultura o pastizales inducidos por actividad antrópica
Buena	7	70 al 95 % de cobertura vegetal presente en el polígono. Vegetación herbácea y arbustiva sin perturbación
Sin perturbación	9	95 al 100% de cobertura vegetal presente en el polígono. Mayor cobertura vegetal, sin perturbación

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2023

IMAGEN VII 5 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DEL SISTEMA AMBIENTAL (COMPONENTE VEGETACIÓN).



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2023

Acorde con el capítulo IV, el Sistema Ambiental se caracteriza por la presencia de vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia con determinados sitios con agricultura y asentamientos humanos. Acorde con el diagnostico ambiental, existen sitios degradados al sur y oeste del SA, no obstante, en el área de influencia predomina el valor correspondiente a 5 (regular/modificado) a 1, es decir, se considera un entorno

degradado debido a la pérdida de vegetación y disminución de materia orgánica. Debido a la necesidad de aumentar los rendimientos, la alteración del medio natural ha ido en aumento.

VII.2.2.2. Fauna

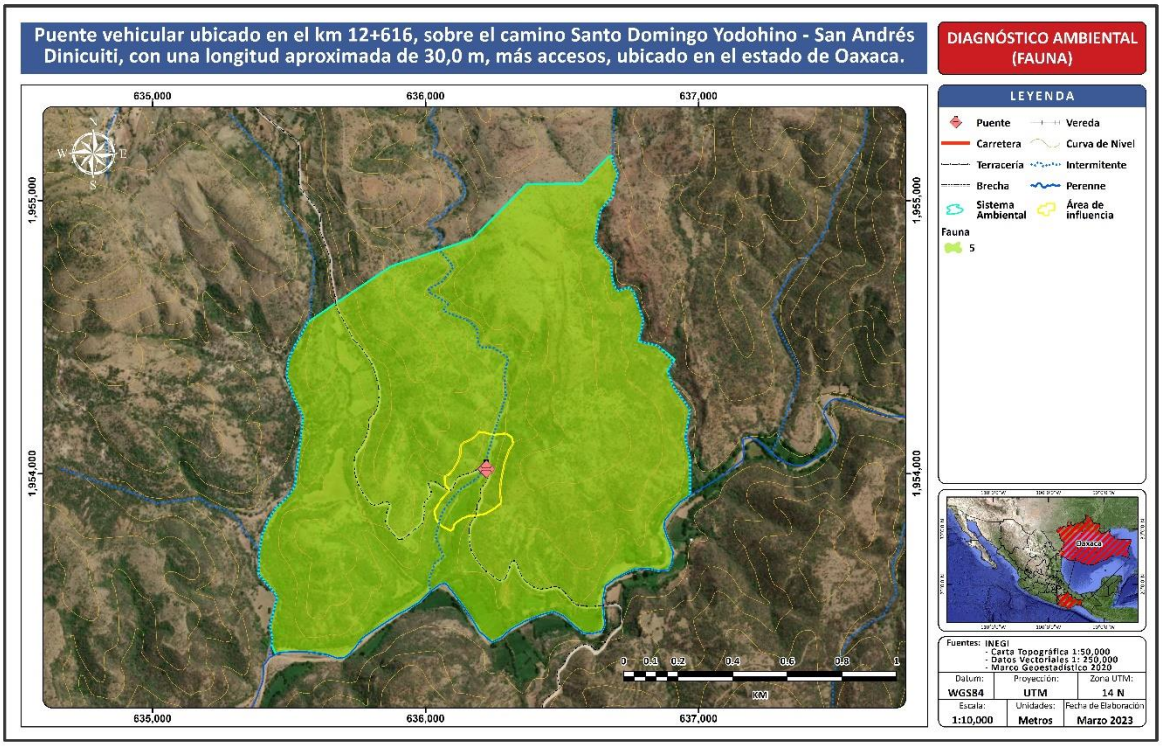
Para determinar la calidad ambiental de los sitios que serán afectados por el trazo del proyecto, se tomó en cuenta el índice de diversidad de especies (Shannon-Wiener), el cual engloba riqueza y abundancia de las especies. Asimismo, se sabe que los recursos no se encuentran distribuidos de manera homogénea en los hábitats, sino que existen diferencias tanto en la composición, estructura y calidad del hábitat, en la distribución espacial y temporal de los recursos como el agua, alimento, áreas de reproducción o refugio. Estas diferencias micro ambientales tienen su efecto en una desigual distribución de la fauna, la cual estará presente o será más abundante en los sitios más propicios, mientras que los animales evitarán aquellos que no cumplen con un mínimo de condiciones y recursos, por ejemplo, para construir madrigueras o nidos, que posean alimento cercano o le brinden protección contra sus depredadores.

TABLA VII. 9 DESCRIPCIÓN DE LOS VALORES DE PONDERACIÓN PARA EL COMPONENTE FAUNA.

ESCALAS DE EVALUACIÓN	VALOR	ÍNDICE DE SHANNON
Mala	3	Valores entre 1 y 1.99 indican que son sitios con una diversidad biológica baja
Moderada	5	Valores entre 2 y 2.99 indican que son sitios con una diversidad biológica media
Buena	7	Valores entre 3 y 3.4 indican que son sitios con una diversidad biológica alta
Muy buena	9	Valores > 3.5 indican que se trata de sitios con una diversidad biológica muy alta

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2023.

IMAGEN VII 6 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DEL SISTEMA AMBIENTAL (COMPONENTE FAUNA).



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2023.

Para el caso del factor fauna, la presencia de vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia y los terrenos abiertos han desplazado a las especies, por lo que en la zona se considera que la diversidad de especies es ***Mala*** (**puntuación=3**), ya que, en estas zonas al existir deforestación, degradación, pérdida del hábitat natural y en parte la presencia humana, las especies emigran a medida que sus condiciones ecológicas óptimas cambian.

VII.2.4. MEDIO SOCIOECONÓMICO

VII.2.4.1. Antropización

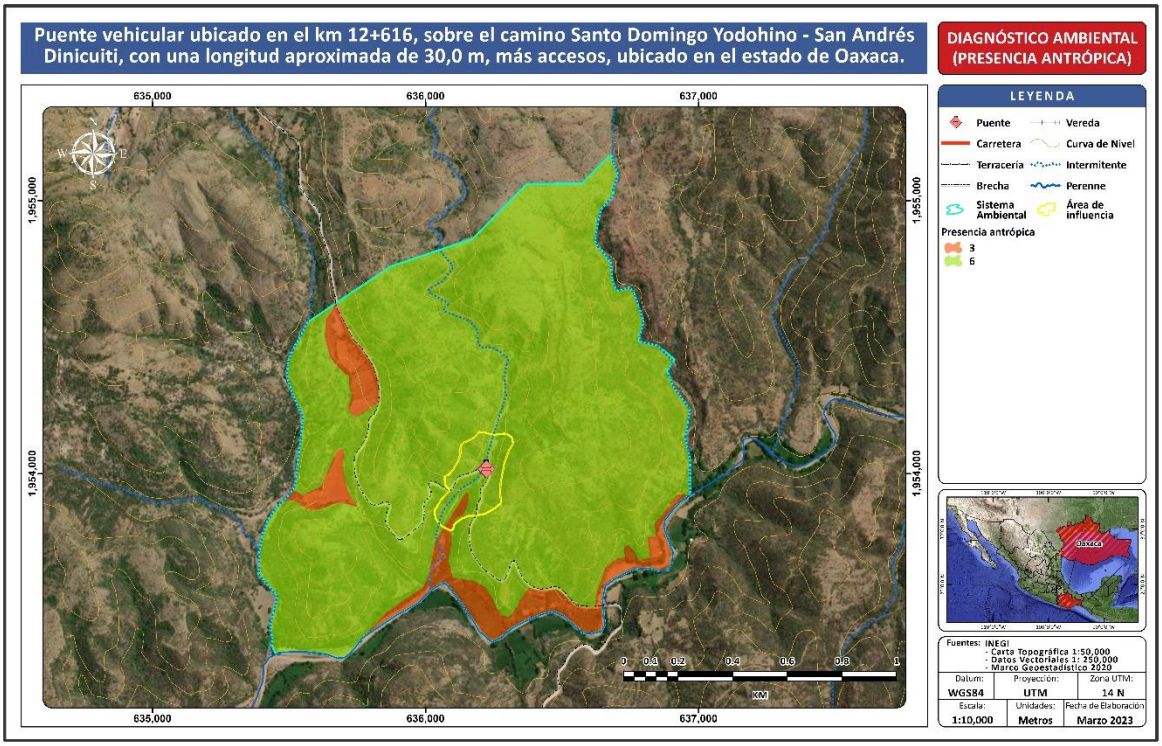
Los elementos relacionados con el medio socioeconómico considerados para la evaluación de la calidad ambiental son las vías de comunicación y asentamientos humanos; las vías de comunicación han sido consideradas por los efectos directos e indirectos que producen, como la eliminación de vegetación nativa, además que algunos tipos de vías proporcionan acceso a las comunidades sobre terrenos no aptos para el desarrollo de asentamientos. Los asentamientos humanos se consideraron dentro de la calidad ambiental también en dos tipos, localidades rurales y localidades urbanas; las localidades urbanas son aquellas que concentran más de 2,500 habitantes; cabe señalar que su extensión territorial y la concentración de población tiene que ver de manera directa con el grado de modificación que ha sufrido el medio natural inmediato a dichas zonas.

TABLA VII. 10 DESCRIPCIÓN DE LOS VALORES DE PONDERACIÓN PARA EL COMPONENTE ANTRÓPICO.

RANGOS		VIALIDADES POR TIPO DE VIALIDAD	ASENTAMIENTOS HUMANOS PRESENCIA DE LOCALIDADES URBANAS Y/O RURALES
ESCALA DE EVALUACIÓN	VALOR		
Sin perturbación	9	Cuando no existen vías de comunicación	Sin presencia de asentamientos humanos
Buena	6	Cuando únicamente hay terracería, brechas y veredas o cuando predominan carreteras.	Con presencia de asentamientos humanos de tipo rural (es decir con menos de 2,500 habitantes)
Moderada	3	Cuando predominan vías de segundo orden, brechas y veredas.	Con presencia de asentamientos humanos de tipo urbano (es decir con más de 2,500 habitantes)
Aceptable/modificado	1	Cuando predominan vías tercer orden, pavimentadas y terracerías dentro del polígono.	Con presencia de asentamientos humanos de tipo urbano y rural.

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2023.

IMAGEN VII 7 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DEL SISTEMA AMBIENTAL (COMPONENTE ANTRÓPICO).



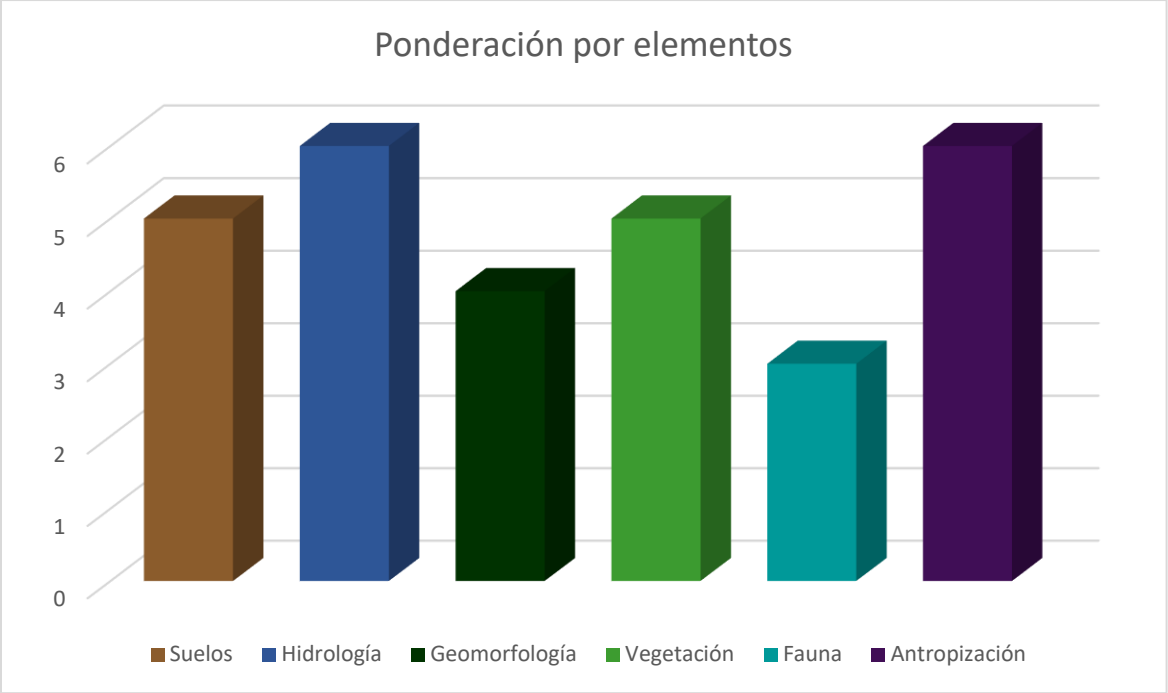
Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2023.

La antropización encontrada dentro del SA refiere mayormente a la presencia de asentamientos humanos de tipo urbano. En este sentido, la superficie del Sistema Ambiental presenta calidad ambiental buena en lo que se refiere a la presencia antropogénica dado que únicamente hay terracería, brechas y veredas o predominan carreteras y existe presencia de asentamientos humanos rurales. Estos representan en su mayoría localidades en vías de desarrollo donde sus principales actividades económicas son las agropecuarias, y el comercio al por menor.

VII.2.4.2. Diagnostico general de la calidad ambiental.

Una vez analizadas las condiciones actuales del SA y zona del proyecto se obtuvieron las siguientes ponderaciones para cada uno de los factores diagnosticados:

GRÁFICA VII. 1 PONDERACIÓN DE LOS FACTORES ANALIZADOS



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2023.

Ahora bien, mediante una escala clasificada en 3 rangos se obtiene la calidad ambiental del SA. Los rangos oscilan entre:

TABLA VII. 11 PONDERACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL.

RANGO	CALIDAD	SIMBOLOGÍA
0-2	Mala	
3-6	Regular	
7-9	Buena	

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2023.

TABLA VII. 12 CALIDAD AMBIENTAL DE LOS ELEMENTOS DEL SA.

ELEMENTOS	DIAGNÓSTICO	CALIDAD
Suelos	5	Regular
Hidrología	6	Regular
Geomorfología	4	Regular
Vegetación	5	Regular
Fauna	3	Regular
Antropización	6	Regular

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2023.

De esta manera, los valores diagnosticados por elemento se encuentran de 3 a 6, por lo que, se concluye que el SA presenta una calidad ambiental regular, el cual es congruente con lo obtenido en el análisis de sensibilidad y la caracterización de la línea base.

VII.3 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE ESCENARIOS

VII.3.1. Descripción del escenario actual

En función de establecer los elementos ambientales críticos y los procesos relevantes del SA, dentro de su ponderación se habrán de considerar aquellos factores donde la interacción e influencia tenga efectos notorios y evaluables derivados de la ejecución de las actividades del proyecto. Por lo anterior los factores a ponderar y analizar bajo esta metodología se agrupan en los factores: Geomorfología, Hidrología, Edafología, Hábitat, Vegetación y Fauna y Economía. En la siguiente tabla se muestra de manera cuantitativa el escenario predictivo sin la construcción del proyecto.

La tabla siguiente muestra los atributos ambientales considerados y los valores iniciales de la calidad ambiental del sistema a modelar, con una perspectiva regional que sintetiza los atributos del Sistema Ambiental:

TABLA VII. 13 PONDERACIÓN INICIAL DE LA CALIDAD AMBIENTAL PARA LA MODELACIÓN KSIM DEL SISTEMA AMBIENTAL

VARIABLE.	CALIDAD AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN
Geomorfología.	**0.4**	El Sistema Ambiental del proyecto se localiza en la Provincia Fisiográfica Sierra Madre del Sur, sobre la Subprovincia Mixteca Alta y con un sistema de topoformas de lomerío con cañadas.
Hidrología.	**0.6**	Particularmente el SA y Área del Proyecto se encuentra en la Región Hidrológica RH18 Balsas, dentro de la cuenca RH18A Río Atoyac en la subcuenca RH18Af Río Mixteco. El proyecto del puente cruza el cauce con número de identificación 1366858 (tipo intermitente) que es afluente al Río Salado, perteneciente a la región hidrológica 18 Balsas, en la cuenca del Río Atoyac.
Edafología	**0.5**	El municipio de San Andrés Dinicuiti cuenta con una diversa clasificación de suelos, principalmente por la ubicación geográfica. Dentro del municipio se presenta en su gran mayoría de la superficie suelos de tipo Phaeozem 70.48% del área municipal, seguido de Leptosoles (21.02% superficie municipal), Calcisoles (4.89%), Fluvisoles (1.99%) y en menor medida los vertisoles (1.62%). Para el Área del Proyecto, hay una dominancia de Phaeozem con la clave PHlen+CMeulen+RGeulen/2. Pero en la porción sur del SA se presentan suelos tipo Fluvisol.
Vegetación	**0.5**	En el SA, la vegetación representativa acorde con la carta de uso de suelo y vegetación serie VI (INEGI, 2017), se encuentra vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia. Fisionómicamente estas comunidades son dominadas por hierbas y arbustos que se ramifican a una corta altura, donde el estrato arbustivo y herbáceo es muy denso. Las especies arbóreas dominantes son pocas. Por lo tanto, la estructura de la vegetación del proyecto tiende a estar constituida por especies en el estrato herbáceo principalmente.
Fauna	**0.3**	Se obtuvo el registro de seis especies de aves entre las que destacan: Zopilote aura (*Cathartes aura*), Papamoscas negro (*Sayornis nigricans*), Papamoscas cardenalito (*Pyrocephalus rubinus*) y las Aguilillas (*Buteo jamaicensis* y *Buteo albonatus*) y del mamífero *Urocyon cinereoargenteus* (Zorra gris). Estas especies fueron identificadas mediante observación directa y registro fotográfico. No se obtuvo ningún registro de herpetofauna.
Hábitat.	**0.6**	Potencialmente el proyecto tiene un potencial moderado de capacidad de acogida ecológica, ya que las zonas analizadas recaen en la categoría 3, corresponde a una calidad y fragilidad media, que puede incorporar obras cuando las circunstancias lo permitan e impactos mitigables. Se establece que, las unidades presentes son aptas para la promoción de actividades que requieran calidad paisajística o causen impactos de baja ponderación en el paisaje, como es el caso del proyecto, ya que éste se encuentra en un camino con erosión moderada, teniendo clara evidencia de remoción del horizonte superficial.

VARIABLE.	CALIDAD AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN
Economía.	**0.6**	Las actividades económicas dentro del SA se dan en gran medida debido a las actividades de Infraestructuras manufactureras, comercio al por menor, servicios de apoyo a los negocios y manejo de residuos y desechos y servicios de remediación, por lo que se tiene contemplado que el proyecto dinamizará la economía regional del municipio.

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2023.

Para plantear el escenario actual es importante señalar que el área del proyecto y su Sistema Ambiental (SA) lo ocupan atributos ambientales que han sido modificados a lo largo del tiempo debido a factores naturales y antrópicos, que han acelerado los procesos erosivos naturales, principalmente en lo que se refiere a la calidad y cantidad del suelo.

Como ya se ha hecho referencia, la tendencia del SA, es hacia un continuo proceso de degradación ambiental y está ligado principalmente a los cambios de uso y cubierta del suelo, resultado de las actividades productivas y de los propios procesos naturales.

Como consecuencia de los cambios en la estructura primaria vegetativa, existe pérdida de suelo por lo que, ha sido mermada la dinámica natural del ecosistema en el SA, sobre todo en zonas con manchones de agricultura o de asentamientos humanos, haciendo énfasis en el desplazamiento de fauna, erosión del suelo y disminución de la cobertura vegetal.

En la zona del proyecto los impactos existentes refieren a la carretera actual, el paso de vehículos y la deforestación. De esta manera se puede concluir que gran parte del área del proyecto, así como su zona de influencia presenta un impacto ocasionado previo a la introducción del proyecto, ocasionado en su mayoría por actividades antropogénicas. Asimismo, se muestra que en algunas zonas se presentan indicios con tendencia hacia la recuperación, mientras en otros se tienen indicios de degradación, por lo cual se aconseja que los programas de rehabilitación, reforestación se lleven a cabo con sumo detalle, durante todas sus etapas, con la finalidad de conservar mejor la zona.

VII.3.2. Descripción y análisis del escenario tendencial sin proyecto

El siguiente análisis del escenario sin proyecto, se cualifica y cuantifica el estado actual de los sistemas naturales, estimando su comportamiento tendencial de acuerdo con la perspectiva del desarrollo regional y local, la dinámica económica, los planes gubernamentales, la preservación y manejo de los recursos naturales y las consecuencias que para los ecosistemas de la zona tienen las actividades antrópicas y las condiciones naturales de la región.

A partir del modelo predictivo del KSIM, con la tendencia de la calidad ambiental de 5 factores analizados del Sistema Ambiental, sin la incorporación de la infraestructura carretera (Puente) y la modernización de sus accesos se proyecta una paulatina disminución de la calidad ambiental de la zona, ya que existe una necesidad inminente en cuanto a servicios e infraestructura se refiere y al contar con infraestructura vial en malas condiciones, la presión al medio irá en incremento pues como consecuencia aumentará el tránsito vehicular. Con la imposibilidad de contar con nuevas vías de comunicación dentro de la región y mejorar sus condiciones, se espera un panorama de mayor tiempo en el recorrido, mayor índice de accidentes, malas condiciones de la terracería, menor calidad en el aire debido al levantamiento de partículas y emisiones a la atmósfera. Además, el crecimiento económico se estancará al no contar con vías eficientes de transporte de productos y servicios. Por su parte la presión y explotación de recursos naturales continuará e incrementará al mismo ritmo del crecimiento poblacional. En la siguiente tabla se muestra de manera cuantitativa el escenario predictivo sin la construcción del proyecto.

TABLA VII. 14 COMPORTAMIENTO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL SISTEMA AMBIENTAL, A CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO, SIN LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO.

ATRIBUTO DEL SISTEMA	CALIDAD AMBIENTAL 2023 (ACTUAL)	AÑO DE LA MODELACIÓN SIN PROYECTO					
		2028		2038		2048	
		CALIDAD AMBIENTAL	BRECHA AMBIENTAL	CALIDAD AMBIENTAL	BRECHA AMBIENTAL	CALIDAD AMBIENTAL	BRECHA AMBIENTAL
Geomorfología	0.4	0.392	0.008	0.376	0.024	0.360	0.040
Hidrología	0.6	0.592	0.008	0.578	0.022	0.563	0.037
Suelo	0.5	0.494	0.006	0.483	0.017	0.471	0.029
Vegetación	0.5	0.495	0.005	0.484	0.016	0.475	0.025
Economía	0.6	0.604	-0.004	0.612	-0.012	0.620	-0.020

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2023.

La problemática ambiental actual es particularmente aguda dadas sus condiciones ecológicas (otorgada por la inestabilidad natural, las limitantes geomorfológicas, la impredecibilidad climática la estacionalidad y las condiciones geológicas entre otros) y marginación social (La totalidad de localidades beneficiadas se ubican en marginación alta y muy alta). Las políticas de desarrollo económico y la marginación social permiten los procesos productivos del subsistema económico y propician deforestación.

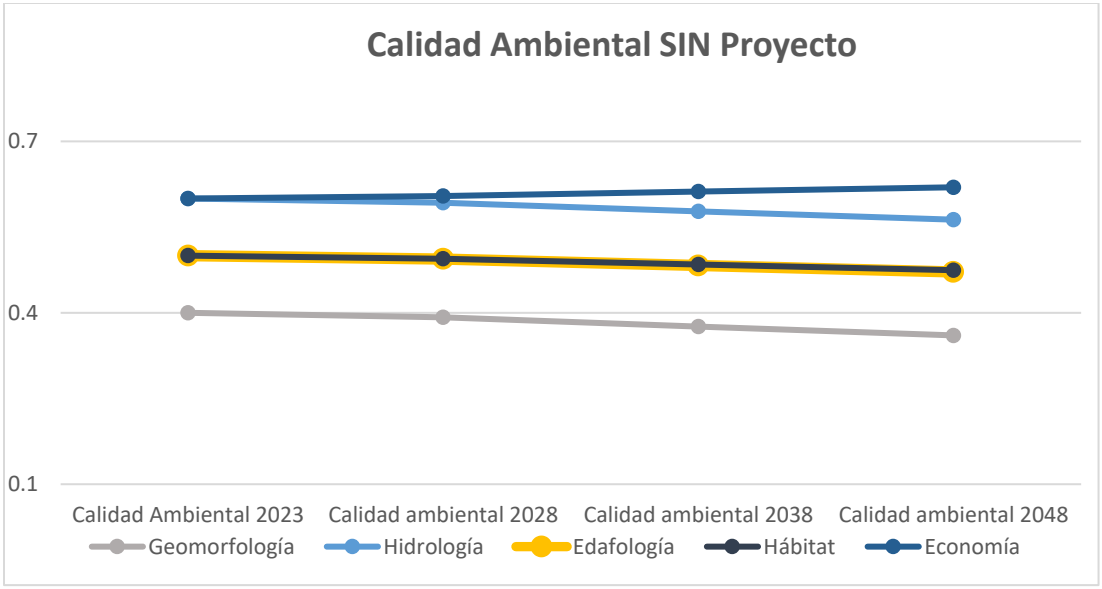
Con base en lo anterior, se realizó la modelación de un escenario a futuro donde no se realice la inserción del proyecto y se obtuvo que la brecha ambiental a corto plazo en 5 años pronostica una degradación ambiental lenta y progresiva, esto en función de la interacción del medio natural con las acciones antrópicas generadas hasta ahora en la zona del SA.

En los primeros 5 años la brecha ambiental tiene unos rangos desde -4 a las 8 milésimas, lo cual se traduce como ligeros cambios, de tal manera que su tendencia y calidad ambiental, tienen una gran similitud con la evolución de sus características o atributos naturales y con las presiones antrópicas ejercidas hasta la actualidad.
En los siguientes 15 años, es decir, a mediano plazo se proyecta un escenario a la degradación progresiva de nuestro medio, proyectando un crecimiento demográfico, la implantación de un mayor número de actividades productivas y el incremento de la demanda en productos y servicios básicos teniendo como consecuencia las presiones antropogénicas que esto conlleva como son disminución de cobertura natural, erosión del suelo, contaminación de agua y perdida de hábitats naturales para transformarlos en ambientes agrícolas. La brecha

ambiental se da entre -12 a 24 milésimas, lo que indica que la existencia de modificaciones parciales sobre los atributos naturales comparado con el corto plazo, como son la geomorfología, la hidrología y la edafología serían los más impactados. En este sentido el recurso económico se vería impactado negativamente por la falta de infraestructura de calidad en el municipio.

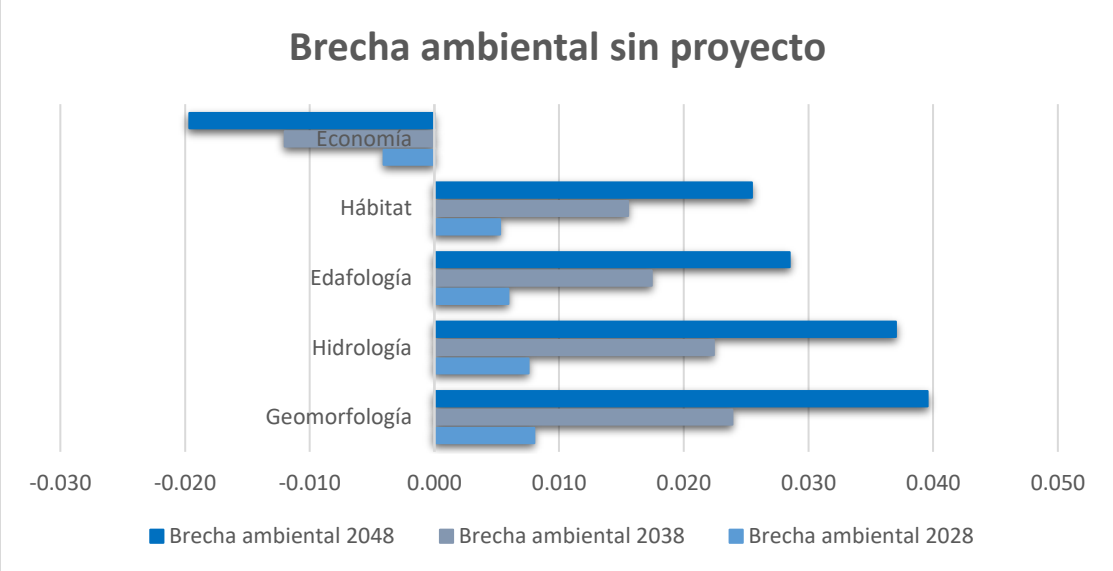
El escenario a largo plazo (25 años) nos muestra que la brecha ambiental oscilará entre -20 y 40 milésimas, lo que indica que los más afectados serán la hidrología y la geomorfología. Con menor impacto se verá el hábitat y la edafología. Es importante mencionar que las tendencias del impacto negativo sobre la economía están en función de las condiciones actuales de la zona del SA y obedecen al comportamiento registrado a la fecha.

GRÁFICA VII. 1 CALIDAD AMBIENTAL PROYECTADO A CORTO MEDIANO Y LARGO PLAZO SIN LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2023.

GRÁFICA VII. 2 BRECHA AMBIENTAL PROYECTADO A CORTO MEDIANO Y LARGO PLAZO SIN LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2023.

De acuerdo con lo que arroja la simulación realizada y como se muestra en las gráficas anteriores, se espera que la tendencia del medio del SA continúe hacia una degradación continua toda vez que en la región se carece de instrumentos normativos y de educación ambiental para gestionar el cuidado de los recursos. Aunado a esto se encuentra la necesidad imperante de producir alimentos y servicios que abastezcan las necesidades de la población que se asienta en las comunidades cercanas.

Sin la inclusión del proyecto, el escenario continuará hacia la degradación del SA, ya que este disminuirá en calidad y cantidad debido a los cambios de uso sumados a los procesos erosivos naturales. El SA presenta erosión media debido al impacto antrópico que se ha dado a la vegetación existente.

En el sitio del proyecto los impactos ambientales causados a la vegetación por actividades humanas son medios debido a la poca presencia de localidades, caminos y brechas que han impactado y favorecido el bajo estado de conservación de la zona. La disminución de abundancia en mamíferos y aves se debe a la alteración de sus hábitats, se establece que las obras no alterarán la abundancia de las poblaciones debido a que es una zona previamente impactada y con diversidad media. La fauna se encuentra desplazada hacia las zonas mejor conservadas donde existen mejores garantías de supervivencia, el desplazamiento es ocasionado principalmente por los cambios de uso de suelo y afectaciones a su hábitat natural. En un escenario sin proyecto, es posible esperar un impacto moderado y atenuado con el tiempo dado que en el sitio actualmente existe una carretera, situación que, de acuerdo con el crecimiento demográfico y económico, naturalmente tendría que incrementarse.
Con la imposibilidad de contar con vías de comunicación eficientes dentro de la región, se espera un panorama de mayor tiempo en el recorrido o en su caso parar la operación del camino debido a los riesgos que representa transitar o cruzar sobre un sitio con infraestructura en malas condiciones: mayor índice de accidentes, aumento en índices de rezago, falta de acceso a servicios de calidad, entre otros. Además, el crecimiento económico se estancará al no contar con vías eficientes de transporte de productos y servicios. Por su parte la presión y explotación de recursos naturales continuará e incrementará al mismo ritmo del crecimiento poblacional.

VII.3.3. Descripción y análisis del escenario con proyecto sin ejecutar medidas de mitigación

Para la modelación del escenario ambiental con el Proyecto y sin medidas de mitigación del SA delimitado para el proyecto, se consideró la dinámica natural y socioeconómica actual, las actividades y elementos del desarrollo del Proyecto presentados en el capítulo II, para el cual se tomó como referencia el SA descrito en el Capítulo IV, así como los impactos ambientales descritos en el Capítulo V que se pueden generar con las actividades de preparación del sitio, construcción y operación del Proyecto.

En la siguiente tabla se muestra de manera cuantitativa el escenario predictivo con la construcción del puente y modernización de sus accesos, pero sin ejecutar medidas de mitigación.

TABLA VII. 15 COMPORTAMIENTO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL SISTEMA AMBIENTAL A CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO, CON LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO Y SIN MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O MITIGANTES.

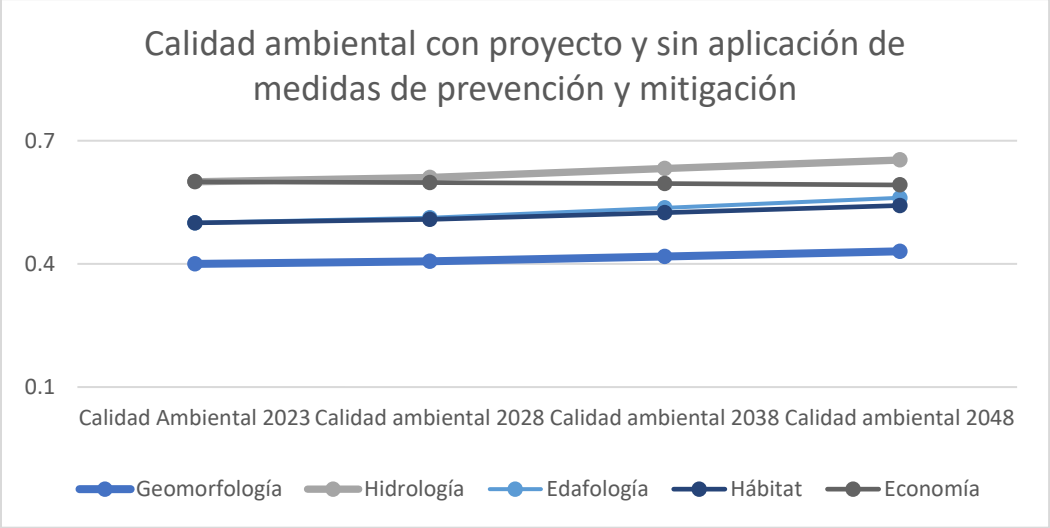
ATRIBUTO DEL SISTEMA	CALIDAD AMBIENTAL 2023 (ACTUAL)	AÑO DE LA MODELACIÓN CON PROYECTO SIN MEDIDAS					
		2028		2038		2048	
		CALIDAD AMBIENTAL	BRECHA AMBIENTAL	CALIDAD AMBIENTAL	BRECHA AMBIENTAL	CALIDAD AMBIENTAL	BRECHA AMBIENTAL
Geomorfología	0.4	0.4061	-0.0061	0.4184	-0.0184	0.4306	-0.0306
Hidrología	0.6	0.6108	-0.0108	0.6320	-0.0320	0.6530	-0.0530
Suelo	0.5	0.5121	-0.0121	0.5365	-0.0365	0.5610	-0.0610
Vegetación	0.5	0.5082	-0.0082	0.5250	-0.0250	0.5422	-0.0422
Economía	0.6	0.5984	0.0016	0.5953	0.0047	0.5923	0.0077

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2023.

Mediante la ejecución de la modelación y con base en la tendencia de los factores ambientales analizados, en un escenario donde se implante el proyecto y no se ejecuten medidas preventivas y mitigantes, la tendencia de degradación para el Sistema Ambiental continuará y acelerará, ya que la integración del proyecto producirá efectos principalmente en el suelo, la vegetación y la hidrología; asociadas al movimiento de materiales para la instalación del puente que es el objetivo del proyecto.

La gráfica siguiente muestra los resultados y el comportamiento de la Simulación de Escenario KSIM “Con el Proyecto y sin la implementación de medidas preventivas y mitigantes”, que representa una obra de prioridad municipal, ampliando la “brecha ambiental” de acuerdo con el valor asignado al escenario actual del SA; resultando con una tendencia negativa en la comparación a lo largo de los tres tiempos analizados, obteniendo una reducción de su calidad ambiental de los atributos analizados.

GRÁFICA VII. 3 CALIDAD AMBIENTAL PROYECTADO A CORTO MEDIANO Y LARGO PLAZO CON LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2023.

La realización del proyecto sin la integración de medidas preventivas y mitigantes producirá efectos mínimos sobre la geomorfología considerando que actualmente el sitio se encuentra impactado por acciones antrópicas. En este sentido, el principal factor ambiental que se afectará será el suelo, ya que debido a los cortes que se harán en las zonas para pilotes, así como las excavaciones y perforaciones necesarias para la instalación de las zapatas y pilotes, habrá movimiento de tierras y nivelación.

En cuanto al factor suelo, con la integración del Proyecto y sin aplicar las medidas necesarias para su conservación, se obtiene una brecha ambiental para el año 2028 de -121 milésimas que aumenta en el mediano en plazo (2038) a un valor de -365 milésimas, asociado a que a largo plazo se alcanza un valor que refleja la tendencia hacia la perdida de las condiciones edáficas. Finalmente, para el año 2048, existiría un deterioro ambiental mayor, con una brecha ambiental de -610 milésimas.

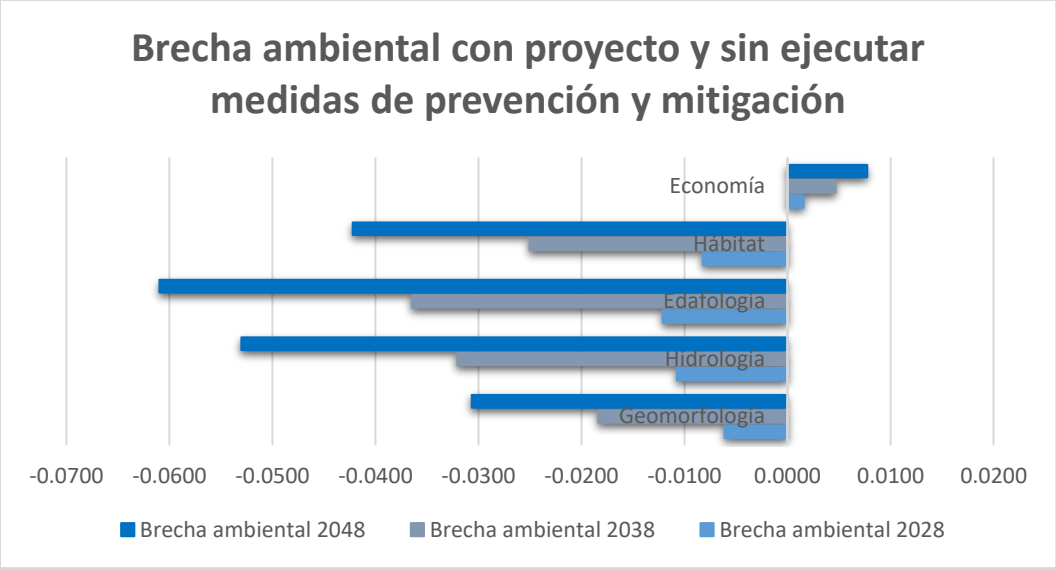
Respecto al factor hidrológico, existirá una brecha ambiental de -108 milésimas para el año 2028, lo cual refiere a un ligero cambio negativo. Para el año 2048 esta brecha será mayor en -530 milésimas, debido a la pérdida de condiciones hidrológicas por falta de acciones de mantenimiento al cauce como desazolve y retiro de residuos que se depositarán principalmente por los usuarios. Asimismo, este cambio, podrá verse más afectado si aumentan los asentamientos humanos. las actividades agrícolas y/o de manejo de recursos naturales.

Con relación a la modelación realizada, se observa que la calidad ambiental de la geomorfología manifiesta un para el año 2028 un impacto negativo de -61 milésimas y que al 2038 aumentará a -184 para posteriormente duplicarse en el año 2048 a -306. Esto se debe a que, sin la aplicación de medidas para las zonas de cortes y excavaciones, las condiciones geomorfológicas de los cortes realizados, aumenta la fragilidad en el terreno que se traduce en movimientos de materiales de manera incipiente. De esta manera, la presencia de fenómenos naturales por lluvias o corrientes de viento muy fuertes podría acelerar dicho cambio en la calidad ambiental. Por lo anterior, aunque no se ejecuten acciones preventivas y mitigantes se requerirá mantenimiento y limpieza para alcanzar un nivel de estabilidad e integración de una cubierta vegetal.

Similar a otros componentes del SA del Proyecto, se observa un descenso en la calidad de la vegetación, debido a la presión que ejerce un proyecto de esta índole en la adaptación de los diversos estratos, no obstante, no considera cambio de uso de suelo de terrenos donde actualmente existe vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia ya que se considera el uso del camino existente. En este sentido, la modelación realizada al atributo vegetación genera una brecha ambiental para el año 2028 de -82 milésimas, y que muestra

un aumento de -250 milésimas en el 2038. Para el año 2048 la calidad ambiental disminuye radicalmente teniendo una brecha ambiental de -422 milésimas, ya que adicional a la implantación del proyecto se considera la acumulación de efectos que pueden traer consigo otros proyectos o actividades que se ejecuten en la zona o la expansión de asentamientos.
Es importante resaltar que el componente económico marca una tendencia positiva aun sin la implementación de medidas de mitigación ya que, con la operación del proyecto, se mejoraría la conectividad de la región incrementando la demanda de bienes y servicios, así mismo beneficiaría el intercambio comercial y optimizaría el funcionamiento de las actividades pecuarias y de transporte. La brecha ambiental en el factor económico aumenta progresivamente de las 16 milésimas en el corto plazo y se mantiene a mediano plazo para aumentar ligeramente a largo plazo en 77 milésimas, lo que significa que las modificaciones sobre el atributo tienen un efecto positivo mayor a largo plazo.

GRÁFICA VII. 4 BRECHA AMBIENTAL PROYECTADO A CORTO MEDIANO Y LARGO PLAZO CON LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2023.

Para el recurso edafológico, se pronostica una degradación continua a lo largo del tiempo debido a las modificaciones que se plantean para la incorporación del proyecto en suma con los procesos naturales y la presión antrópica circundante, ya que la mayoría de las actividades que predominan en la región y que seguirán creciendo, requieren de actividades que modifican parcial o totalmente las estructuras del suelo, tal es el caso del cambio de uso de suelo a agrícola y la construcción de asentamientos humanos respectivamente. A manera de conclusión se puede decir que en un escenario donde se implante el proyecto y no se implementen las medidas de prevención y mitigación, las modificaciones hidrológicas y edafológicas acelerarán la degradación del sitio en comparación al escenario planteado sin la implantación de este.
En cuanto a los recursos hidrológicos se refiere, el proyecto tendrá una influencia potencial sobre el cuerpo de agua intermitente donde pasará el puente durante la etapa de construcción y por la construcción de los accesos.

Por otro lado, durante la etapa de construcción, el proyecto requerirá del tránsito de maquinaria pesada, excavaciones y cimentaciones para los pilotes. Estas acciones ocasionarán afectaciones en sitios aledaños al área del proyecto por el aumento de ruido, emisiones de GEI, movimientos de tierras y ahuyentarán a la poca fauna silvestre identificada en la zona.
Sin medidas de prevención, mitigación y/o compensación se perdería la vegetación y la escasa fauna que transita por la zona se podría ver comprometida, especialmente aquellas especies con algún estatus de protección conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, nativas, endémicas o de gran valor ecológico. Asimismo,

los factores abióticos y el hábitat cuya calidad ambiental actualmente es regular, tendrían un deterioro acelerado y continuo.

No obstante, habría empleo a una escala regional durante las etapas del proyecto, lo que ocasionaría una derrama económica directa e indirecta sobre el estado, además que se fijaría la atención sobre la infraestructura desarrollada en la zona, pudiendo así atraer mayores inversiones y servicios. La operación del proyecto mejoraría la microeconomía de los pobladores y coadyuvaría al mejoramiento macroeconómico. En caso de realizarse el proyecto sin las medidas de atención ambientales y sociales adecuadas, se podrá generar una polarización de las opiniones y desinformación que pueda ocasionar oposición a este u otros proyectos futuros, sin embargo, los beneficios en cuanto a seguridad de la vialidad y mejoras al servicio se darían durante las diversas etapas del proyecto, aunque no se maximizarían como es debido.

En el escenario modelado de la construcción del proyecto y sin la aplicación de las medidas de prevención y mitigación, la tendencia a corto y mediano plazo marca una degradación progresiva, además muestra una aceleración en la pérdida de la calidad ambiental que si bien logra estabilizarse a largo plazo puede maximizar sus efectos positivos y reducir los negativos con la implementación de medidas pertinentes.

VII.3.4. Descripción y análisis del escenario con proyecto, ejecutando medidas de mitigación.

En la modelación del escenario ambiental del SA con proyecto ejecutando las medidas de mitigación, se tomó en cuenta la descripción de los aspectos citados en el punto anterior, pero incorporando las medidas de mitigación propuestas en el Capítulo VI. El pronóstico del escenario se aborda a partir de la perspectiva de cambio que resultará de las acciones del Proyecto sobre el medio natural, tras la inserción de este, y las medidas de manejo ambiental correspondientes. Para esto se debe de tomar en cuenta la dinámica ambiental tanto de la aplicación de estas medidas, como parte del Proyecto, así como la situación ambiental que prevalece al momento del estudio antes de la inserción del Proyecto.

Es importante contemplar una visión integral para que la construcción del proyecto no dañe de manera sustancial al entorno social y ambiental de la zona. Para esto es necesario comprender el enfoque que tomará el proyecto una vez que se construya y en función con las medidas de mitigación para cada uno de los impactos adversos poco significativos y significativos

En la siguiente tabla se muestra la modelación matemática para los escenarios a corto mediano y largo plazo ejecutando las medidas de mitigación propuestas en el capítulo VI del presente documento.

TABLA VII. 16 COMPORTAMIENTO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL SISTEMA AMBIENTAL A CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO, CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN.

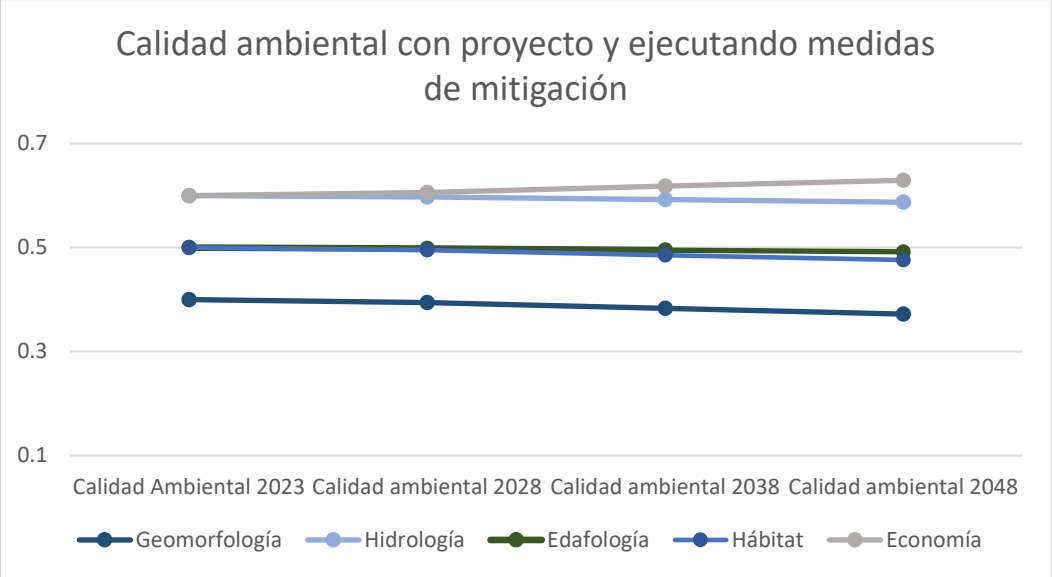
ATRIBUTO DEL SISTEMA	CALIDAD AMBIE3TAL	AÑO DE LA MODELACIÓN CON PROYECTO SIN MEDIDAS					
		2028		2038		2048	
	2023 (ACTUAL)	CALIDAD AMBIENTAL	BRECHA AMBIENTAL	CALIDAD AMBIENTAL	BRECHA AMBIENTAL	CALIDAD AMBIENTAL	BRECHA AMBIENTAL
Geomorfología	0.4	0.394	0.006	0.383	0.017	0.372	0.028
Hidrología	0.6	0.597	0.003	0.592	0.008	0.587	0.013
Suelo	0.5	0.498	0.002	0.495	0.005	0.492	0.008
Vegetación	0.5	0.495	0.005	0.486	0.014	0.476	0.024
Economía	0.6	0.606	-0.006	0.618	-0.018	0.629	-0.029

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2023.

En comparativa con el escenario anterior, se puede concluir que la degradación continuará según las tendencias que marca el SA, sin embargo, se espera que exista una desaceleración en la pérdida de calidad, pues con la rehabilitación de sitios se pueden recuperar áreas degradadas y contribuir al mejoramiento de la dinámica ecosistémica disminuyendo así la brecha ambiental en el SA.

La brecha ambiental para el corto plazo en los diferentes factores nos muestra que el cambio será bajo o incipiente ya que los valores se consideran positivos y se pueden describir como alteraciones con un efecto marginal, de tal manera que su tendencia y calidad ambiental, tienen una gran similitud con la evolución de sus características o atributos naturales pero con una pérdida de la calidad más lenta, donde las actuaciones del proyecto evaluado no producen modificaciones sustanciales del factor ambiental y mejoran el crecimiento económico.
A mediano plazo, los impactos negativos serán perceptibles, pero no a gran escala, debido a que las acciones de mantenimiento y de compensación, permitirán la estabilización del ecosistema. La brecha ambiental proyectada para el escenario a 15 años oscila entre las -6 a las 5 milésimas lo que indica, modificaciones parciales sobre el atributo, donde su tendencia y calidad ambiental y sus efectos son controlables.
Para el largo plazo los efectos deberán seguir siendo moderados y con una tendencia estable, cabe resaltar que el componente económico tendrá una tendencia ligeramente negativa con la implantación del proyecto, sin embargo, al ejecutarlas los beneficios se maximizarán en función de contar con vías de comunicación y estructuras viales que aumentan la eficiencia de las actividades productivas y de transporte. La brecha ambiental en el factor económico aumenta progresivamente de las -6 milésimas en el corto plazo, hasta las -31 milésimas a largo plazo, lo que significa que las modificaciones sobre el atributo tienen un efecto importante considerando la región donde se pretende implantar el proyecto.

GRÁFICA VII. 5 CALIDAD AMBIENTAL PROYECTADO A CORTO MEDIANO Y LARGO PLAZO CON LA EJECUCIÓN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN.

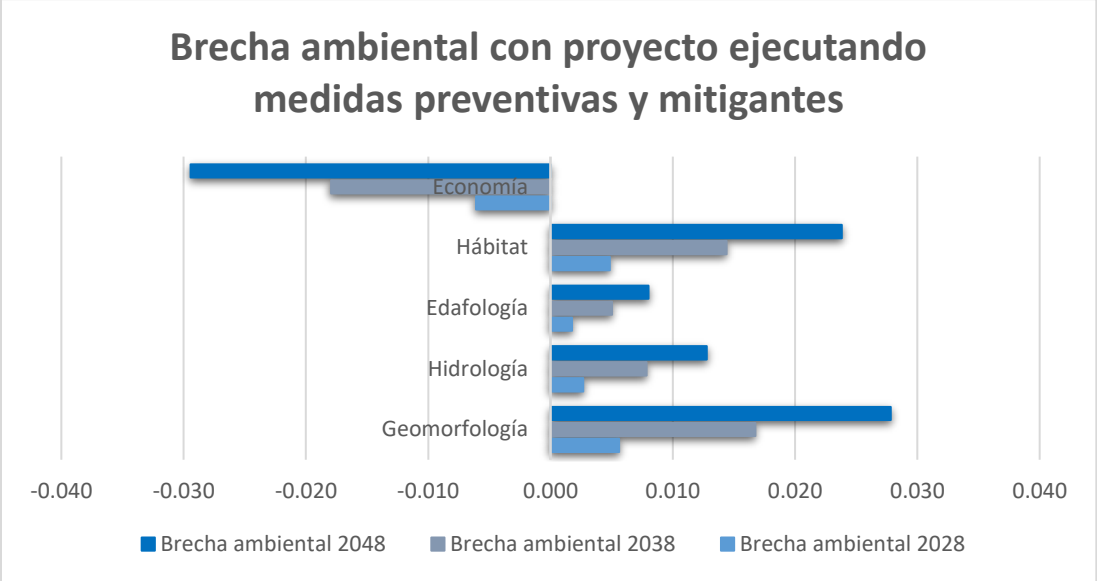


Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2023.

En este escenario tendencial se prevé que el factor que sufrirá mayor degradación con el paso del tiempo es el hábitat ya que a pesar de la ejecución de medidas de prevención y mitigación, la calidad del paisaje se reducirá en las zonas donde se realicen las acciones de despalme y desmonte de vegetación. Asimismo, la geomorfología del sitio también se afectará dado que el recurso es multifactorial y se vincula directamente con la degradación que impera en la región y con los efectos que provocan los cambios de uso de suelo y la aplicación de fertilizantes y herbicidas. Es importante mencionar que la pérdida de suelo en cuanto a calidad y composición acarrean efectos secundarios y terciarios en otros factores principalmente en la hidrología provocando la degradación paulatina de los recursos hídricos.

Es importante mencionar que la vegetación reducirá la velocidad de pérdida de calidad con respecto a la modelación de los escenarios pasados, ya que se plantea ejecutar revegetación con especies nativas y de importancia ecológica para la zona, así como acciones para la conservación de suelos con lo que se disminuirán los impactos secundarios tales como pérdida de suelo y arrastre de sedimentos al cauce. Se aumentará la cobertura vegetal en sitios estratégicos, por lo que la dinámica hidrológica se verá beneficiada y traerá una mejor dinámica ecosistémica.

GRÁFICA VII. 6 BRECHA AMBIENTAL PROYECTADO A CORTO MEDIANO Y LARGO PLAZO CON LA EJECUCIÓN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2023.

En el presente escenario, la tendencia de degradación paulatina continúa, sin embargo, con la ejecución de medidas de mitigación se espera una desaceleración de la pérdida de calidad ambiental, ya que dichas medidas tienen por finalidad evitar o disminuir los efectos adversos del proyecto y maximizar los efectos positivos.
Con base en el análisis anterior se puede pronosticar que existirá un escenario modificado por la introducción del proyecto donde será primordial tomar en cuenta la aplicación de todas las medidas de mitigación que fueron propuestas en el Capítulo VI.

Los impactos que producirá el proyecto por el uso de maquinaria y equipo, desmonte, despalme, cortes, excavación y nivelación; será permanente e irreversible tal y como se ha mencionado, sin embargo, con la ejecución de las medidas de prevención y mitigación propuestas como el reúso del suelo removido y la revegetación, se podrá disminuir y contribuir en la zona para desacelerar los procesos degradativos previstos. Si bien la degradación del sitio continuará en el escenario tendencial debido al incremento en la población y los efectos que esto causa en cuanto a demanda de productos y servicios, las actividades preventivas, mitigantes y de compensación coadyuvarán al mejoramiento de las condiciones actuales y provocarán que la perturbación se aminore alentándose así el tiempo en que la pérdida total de la naturalidad llegue al área del proyecto.

En este sentido se concluye que durante la construcción se produce una modificación importante de la geomorfología por los cortes, así como por la nivelación y estabilización de las plataformas y terracerías. Sin embargo, a lo largo del tiempo, dichas modificaciones se irán estabilizando, así como las potenciales caídas de los materiales geológicos.

El Proyecto no propiciará modificaciones significativas sobre la hidrología superficial salvo en la etapa de construcción de forma temporal sobre el cauce aledaño y de tipo intermitente. Para ello, se tendrán medidas como la protección de avenidas y escorrentías y delimitación de las zonas de escurrimiento. El Proyecto no descargará ningún tipo de aguas residuales a los cuerpos de agua cercanos, ya que se plantea colocar sanitarios portátiles que serán colocados y administrados por una compañía autorizada. En un escenario modificado por el proyecto y ejecutando las medidas de protección planteadas, no se prevé alteración permanente ni irreversible a este factor ambiental ni contaminación o disminución del nivel de los cuerpos y corrientes de agua presentes en el SA por causa del Proyecto.

La modificación a la estructura actual del suelo ocurrirá durante la etapa de preparación y construcción principalmente por lo que durante esta etapa se tendrá un manejo adecuado del suelo removido y se tendrán medidas de control y conservación de taludes y modificaciones a relieve, tal como se describe en las medidas establecidas en el capítulo VI. Se reutilizará el suelo fértil removido y se promoverá la revegetación en las zonas afectadas. Todos los residuos serán manejados de acuerdo con los lineamientos del programa establecido para estos fines y en cumplimiento con la LGPGIR, las medidas que se tomarán en cuanto a la contaminación de suelo y solo en casos accidentales se emplearán medidas de remediación, las cuales se establecerán en el programa respectivo.

Debido a que el suelo de la zona del SA y del proyecto se encuentran perturbados y con modificaciones respecto a su estado natural, se prevé que las medidas de mitigación a ejecutar mejoren las condiciones de las áreas aledañas del AIP ya que los procesos erosivos disminuirán su ritmo, además de que se recuperarán áreas para revegetación; por lo que a pesar de que la tendencia hacia la disminución en la calidad ambiental continuará, las medidas propuestas contribuirán a retrasar la perdida de suelo y se establecerá un precedente para incentivar acciones de recuperación y mejoramiento del suelo.

Una vez concluido el Proyecto, será posible retirar la totalidad de las estructuras provisionales para permitir la restauración del sitio, mediante acciones de revegetación que faciliten el regreso de la fauna nativa. Por otro lado, con el establecimiento del Proyecto de interés se identifican impactos positivos en el ambiente y en las comunidades aledañas como son: Generación de fuentes de empleo que constituyen una fuente de ingreso para los pobladores y la subcontratación de empresas locales para la realización de servicios específicos que aumentará la demanda de bienes y servicios.

Considerando el conjunto de afectaciones pasadas sobre el factor vegetación, que han simplificado el ecosistema y han eliminado los organismos de interés económico, sobre todo en los lomeríos con facilidades de acceso, así como en los terrenos donde se puede desarrollar la agricultura y la ganadería, es importante mencionar que no se prevén afectaciones adicionales a las ya mencionadas en cuanto a vegetación se refiere y, durante las visitas a campo no se han registrado especies con algún estatus dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Por su parte la fauna verá modificado parte de su entorno por lo que las especies mayormente afectadas serán las de aves que en su mayoría son migratorias, sin embargo, con las medidas de prevención como ahuyentamiento y capacitación del personal, así como la rehabilitación de la vegetación, la poca fauna existente no se verá significativamente afectada. En un escenario donde se apliquen adecuadamente las medidas de mitigación, se resguardará y se asegurará la sobrevivencia de especies nativas, endémicas y de valor ecosistémico, además de poner en marcha acciones de rescate y reubicación.

La seguridad de los usuarios de la vialidad incrementará ya que se trasladarán por una vialidad moderna y mejorada. Si bien el proyecto ocasionará impactos económicos positivos con o sin las medidas propuestas, es importante enfatizar que, con la ejecución de estas, los impactos positivos se maximizarán y se verán reflejados directamente en las comunidades aledañas a nivel económico, social y ambiental pues los resultados de las mejoras serán palpables y medibles. Posterior a la construcción del proyecto, existe un efecto benéfico sobre el ahorro de combustible, tiempos y seguridad en el de traslado, mejoría en la comunicación, disminución de accidentes y mayor movimiento de personas, mercancías, materias primas, productos y servicios. De esta forma, el proyecto beneficiará directamente a los factores económicos de la región.

Por tanto, el pronóstico ambiental de un escenario con proyecto y con la ejecución de medidas, aplicando todas las medidas de manejo de impactos ambientales y sociales descritas, el impacto ambiental general será positivo al contribuir con el desarrollo social de una región rural con altos índices de marginación.

VII.4. Pronóstico Ambiental

Con base en el análisis realizado en los apartados anteriores del presente capítulo, se puede realizar un pronóstico ambiental del SA debido a la implantación del proyecto.

Específicamente el área del proyecto donde se desarrollará presenta condiciones que con el tiempo se deteriorarán ambientalmente debido a fenómenos de la naturaleza ya que es una zona con alta vulnerabilidad a deslaves. Los recursos suelo y vegetación, se encuentran actualmente vulnerables y con un inminente deterioro ambiental, el cual tiende a disminuir si se realizan acciones de deforestación.

El área de estudio se encuentra inmersa en una zona que ejerce una presión considerable hacia los recursos naturales ya modificados, dadas las necesidades de la población circundante. Las brechas y caminos rurales transporte de productos enmarcan las áreas aledañas al proyecto, la geomorfología ha sido modificado a lo largo del tiempo para lograr asentar caminos transitables.

El impacto causado por el desmonte, excavación para pilotes y despalme podrá ser recuperado y mitigado en gran medida a través de la aplicación de prácticas de reintegración de materia orgánica al suelo y rehabilitación con plantas nativas.

Resulta importante mencionar que la tendencia hacia el deterioro ambiental del SA continuará con o sin la implantación del proyecto ya que la demanda de productos y servicios, así como el cambio de uso de suelo es cada vez mayor, sin embargo el proyecto al promover la ejecución de medidas de mitigación puede sentar un precedente para el posterior desarrollo de lineamientos que tengan como propósito minimizar los impactos ambientales que propicien otras actividades y así lograr revertir los procesos degradativos o en su caso mantener las condiciones actuales.

Por lo tanto, se considera en el pronóstico ambiental que de implantarse el proyecto y ejecutar todas las medidas de manejo de impactos ambientales y sociales descritas, los impactos negativos se reducirán al mínimo y resultarán no significativos, así mismo que los impactos positivos se maximizarán y tendrán mayor alcance en cuanto a temporalidad y calidad en los servicios.

VII.5. Conclusiones

El presente proyecto muestra una buena propuesta para el desarrollo de la zona ya que esta misma considera aprovechar la carretera existente para la construcción del puente. Esto disminuirá el impacto ambiental que se pueda generar en la zona, debido a que ya existe presencia de infraestructura. Además, se facilitarán las etapas de realización del proyecto.

Las actividades relacionadas con la preparación; construcción; operación y mantenimiento y abandono del Proyecto, tienen efectos negativos relevantes en la vegetación, suelos, fauna, geomorfología e hidrología, pero también genera alternativas de beneficio social, económico y presenta acciones específicas para la mitigación y compensación de los impactos ambientales generados. Las principales conclusiones del Proyecto son las siguientes:

- Todos los materiales derivados de los cortes, despalme, nivelación, excavación y conformación de los terraplenes tienen posibilidades de ser reutilizados, ya sea como material para nivelación y base de los terraplenes, o rellenos, o como material para rehabilitar sitios con degradación evidente dentro del Sistema Ambiental. El área del proyecto se asienta sobre un paisaje regional modificado por la actual vía de comunicación, donde el paisaje dominante es de vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia. Los elementos benéficos derivados del proyecto serán la mejora de la accesibilidad e intercomunicación de las poblaciones circunvecinas, representando una opción de desarrollo económico y social para la región y una oportunidad de empleo temporal para los habitantes locales. Asimismo, la construcción del proyecto reducirá tiempos de traslado, congestionamiento vehicular, riesgos de accidentes y colisiones y favorecerá el ahorro de combustible y desgaste vehicular.
- Es importante mencionar que la mayoría de los impactos ambientales identificados, están considerados dentro del conjunto de medidas de prevención, mitigación y compensación establecidas, lo cual permite predecir que todos serán atendidos y se atenuarán sus efectos negativos en diferentes intensidades y efectividad.
- De acuerdo con la modelación de escenarios realizada, se espera que los impactos negativos que generará el proyecto sean poco significativos y que se reduzcan moderadamente una vez que se ejecuten en tiempo y forma las medidas de prevención, mitigación y compensación descritas en el capítulo VI. Asimismo, la ejecución del PVA podrá supervisar la aplicación de las medidas propuestas y en consecuencia garantizar la viabilidad ambiental del proyecto. Para ello, existirá un supervisor ambiental encargado del cumplimiento de los siguientes programas (Adjuntos a la presente Manifestación de Impacto Ambiental):

    - ❖ Programa de Rescate y Reubicación de flora silvestre
    - ❖ Programa de Rescate y Reubicación de fauna silvestre
    - ❖ Programa de Restauración Forestal, de Suelo y Cuerpos Hídricos.
    - ❖ Programa de Vigilancia Ambiental.

Estos programas deberán estar acompañados de la siguiente documentación:

- ❖ Formatos de presentación de información, bitácoras de desarrollo de actividades y resultados.
- ❖ Formatos Word y Excel de los trabajos desarrollados, así como archivos fotográficos.

ÍNDICE GENERAL.

CAPÍTULO VIII IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL..... 2

VIII.1 FORMATOS DE PRESENTACIÓN, PLANOS DE LOCALIZACIÓN, FOTOGRAFÍAS Y VIDEOS. 2

VIII.1.1. Planos definitivos. 2
VIII.1.2. Fotografías. 2
VIII.1.3 Videos. 2
VIII.1.4 Listas de Flora y Fauna. 2

VIII.2. OTROS ANEXOS 2

Glosario de términos. 3
Bibliografía 5

CAPÍTULO VIII IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

VIII.1 FORMATOS DE PRESENTACIÓN, PLANOS DE LOCALIZACIÓN, FOTOGRAFÍAS Y VIDEOS.

De acuerdo con el artículo Número 19 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental, se entregó cuatro ejemplares de la Manifestación de Impacto Ambiental, de los cuales uno será utilizado para consulta pública (se entregará un ejemplar impreso y tres discos magnéticos). Así mismo se integró un Resumen de la Manifestación de Impacto Ambiental no excediendo las 20 cuartillas solicitadas.

VIII.1.1. Planos definitivos.

Se entrega la cartografía desarrollada para el proyecto, los cuales contienen: el título; los nombres y firmas de quien los elaboró, la fecha de elaboración; la nomenclatura y simbología explicadas; coordenadas geográficas, la escala gráfica y numérica y la orientación. A una escala que permite apreciar los detalles del proyecto.

VIII.1.2. Fotografías.

En los anexos se presentan las fotografías solicitadas.

VIII.1.3 Videos.

Para el presente proyecto no se incluye ningún tipo de video.

VIII.1.4 Listas de Flora y Fauna.

En los anexos se muestran los catálogos.

VIII.2. OTROS ANEXOS

- Formatos de flora, fauna y paisaje del proyecto

Glosario de términos.

- **Área agropecuaria:** Terreno que se utiliza para la producción agrícola o la cría de ganado, el cual ha perdido la vegetación original por las propias actividades antropogénicas.
- **Área industrial, de equipamiento urbano o de servicios:** Terreno urbano o aledaño a un área urbana, donde se asientan un conjunto de inmuebles, instalaciones, construcciones y mobiliario utilizado para prestar a la población los servicios urbanos y desarrollar las actividades económicas.
- **Área de maniobras:** Área que se utiliza para el prearmado, montaje y vestidura de estructuras de soporte cuyas dimensiones están en función del tipo de estructura a utilizar.
- **Área rural:** Zona con núcleos de población frecuentemente dispersos menores a 5,000 habitantes. Generalmente, en estas áreas predominan las actividades agropecuarias.
- **Área urbana:** Zona caracterizada por presentar asentamientos humanos concentrados de más de 15,000 habitantes. En estas áreas se asientan la administración pública, el comercio organizado y la industria y presenta alguno de los siguientes servicios: drenaje, energía eléctrica y red de agua potable.
- **Beneficioso o perjudicial:** Positivo o negativo.
- **Biodiversidad:** Es la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.
- **Cambio de uso de suelo:** Modificación de la vocación natural o predominante de los terrenos, llevada a cabo por el hombre a través de la remoción total o parcial de la vegetación.
- **Componentes ambientales críticos:** Serán definidos de acuerdo con los siguientes criterios: fragilidad, vulnerabilidad, importancia en la estructura y función del sistema, presencia de especies de flora, fauna y otros recursos naturales considerados en alguna categoría de protección, así como aquellos elementos de importancia desde el punto de vista cultural, religioso y social.
- **Componentes ambientales relevantes:** Se determinarán sobre la base de la importancia que tienen en el equilibrio y mantenimiento del sistema, así como por las interacciones proyecto-ambiente previstas.
- **Daño ambiental:** Es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso.
- **Daño a los ecosistemas:** Es el resultado de uno o más impactos ambientales sobre uno o varios elementos ambientales o procesos del ecosistema que desencadenan un desequilibrio ecológico.
- **Daño grave al ecosistema:** Es aquel que propicia la pérdida de uno o varios elementos ambientales, que afecta la estructura o función, o que modifica las tendencias evolutivas o sucesionales del ecosistema.
- **Desequilibrio ecológico grave:** Alteración significativa de las condiciones ambientales en las que se prevén impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que ocasionarían la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.
- **Duración:** El tiempo de duración del impacto; por ejemplo, permanente o temporal.
- **Especies de difícil regeneración:** Las especies vulnerables a la extinción biológica por la especificidad de sus requerimientos de hábitat y de las condiciones para su reproducción.
- **Impacto ambiental:** Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

- **Impacto ambiental acumulativo:** El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.
- **Impacto ambiental residual:** El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.
- **Impacto ambiental significativo o relevante:** Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.
- **Impacto ambiental sinérgico:** Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.
- **Importancia:** Indica qué tan significativo es el efecto del impacto en el ambiente. Para ello se considera lo siguiente:
    a) La condición en que se encuentran el o los elementos o componentes ambientales que se verán afectados.
    b) La relevancia de la o las funciones afectadas en el sistema ambiental.
    c) La calidad ambiental del sitio, la incidencia del impacto en los procesos de deterioro.
    d) La capacidad ambiental expresada como el potencial de asimilación del impacto y la de regeneración o autorregulación del sistema.
    e) El grado de concordancia con los usos del suelo y/o de los recursos naturales actuales y proyectados.
- **Irreversible:** Aquel cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a la situación existente antes de que se ejecutara la acción que produce el impacto.
- **Magnitud:** Extensión del impacto con respecto al área de influencia a través del tiempo, expresada en términos cuantitativos.
- **Medidas de compensación:** Conjunto de acciones que tienen como fin el compensar el deterioro ambiental ocasionado por los impactos ambientales asociados a un proyecto, ayudando así a restablecer las condiciones ambientales que existían antes de la realización de las actividades del proyecto.
- **Medidas de prevención:** Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.
- **Medidas de mitigación:** Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar el impacto ambiental y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.
- **Naturaleza del impacto:** Se refiere al efecto benéfico o adverso de la acción sobre el ambiente.
- **Reversibilidad:** Ocurre cuando la alteración causada por impactos generados por la realización de obras o actividades sobre el medio natural puede ser asimilada por el entorno debido al funcionamiento de procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio.
- **Sistema ambiental:** Es la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) de la región donde se pretende establecer el proyecto.

- **Urgencia de aplicación de medidas de mitigación:** Rapidez e importancia de las medidas correctivas para mitigar el impacto, considerando como criterios si el impacto sobrepasa umbrales o la relevancia de la pérdida ambiental, principalmente cuando afecta las estructuras o funciones críticas.
- **Vegetación natural:** Conjunto de elementos arbóreos, arbustivos y herbáceos presentes en el área por afectar por las obras de infraestructura eléctrica y sus asociadas.

Bibliografía

- Adler, G. H. 1998. Impacts of resource abundances of populations of a tropical forest rodent. Ecology 79:242–254.
- Aguilar Garavito, M. et al. (2017). Guía para la restauración ecológica de la región Subandina. Caso: Distrito de Conservación de Suelos Barbas-Bremen. Bogotá, D. C.: Instituto de investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Alanís Flores, Glafiro José y Velazco Macías, Carlos Gerardo y Foroughbakhch Pournavab, Rahim y Valdez Tamez, Vicente y Alvarado Vázquez, Marco Antonio (2004) Diversidad florística de Nuevo León: especies en categoría de riesgo. Ciencia UANL, 7 (2). ISSN 1405-9177
- Amparo Rodríguez, Gloria; (2007). Conflictos ambientales amenazan la salud de la población y la biodiversidad del planeta. Revista de Derecho, diciembre, 329-347.
- Andrade, R. R. E. (2008). Introducción al análisis económico de los recursos naturales y del ambiente. Universidad Autónoma de Baja California.
- Angulo A., Rueda-Almonacid J.V., Rodríguez-Mahecha J.V., La Marca E. (Eds). 2006. Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina. Conservación Internacional. Serie Manuales de Campo Nº 2. Panamericana Formas e Impresos S.A., Bogotá D.C.
- Arroyave, M. P., C. Gómez, M. E. Gutiérrez, M. P. Múñera, P. A. Zapata, I. C. Vergara, L. M. Andrade, y K. C. Ramos. 2006. Impacto de las Carreteras sobre la Fauna Silvestre y sus Principales Medidas de Manejo. Revista EIA. N° 5. Escuela de Ingeniería de Antioquia, Medellín, Colombia. p. 45-57.
- ATLAS DE LOS PUEBLOS INDÍGENAS. 2021. Consultado en: http://atlas.inpi.gob.mx/
- Boada Muñoz, E. C. (2016). Seguros ambientales. Un análisis comparativo de la legislación y portafolios en Colombia, Brasil, México y Argentina.
- Bustos, F. (2013). Manual de Gestión y control ambiental. Quito, Ecuador.
- Canter W. Larry. (1997) Manual de evaluación ambiental. Técnicas para la elaboración de los estudios de impactos. Mac Graw Hill/Interamericana de España.
- Casas-Andreu G., Valenzuela-López G. y Ramírez-Bautista A. 1991. Como hacer una colección de Anfibios y Reptiles. Instituto de Biología, UNAM, Cuadernos No.10, México.
- CDB. 2009. Cuarto Informe Nacional de México al Convenio sobre Diversidad Mexicana. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México. D.F.
- Ceballos, G. y G. Oliva. 2005. Los mamíferos silvestres de México. CONABIO – Fondo de Cultura Económica, México D.F. 988 pp (ISBN: 970–9000–30–6).
- Challenger, A. y J. Soberón. 2008. Los ecosistemas terrestres. In Capital natural de México. Vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. CONABIO, México. p. 87-108.
- Comisión Nacional Forestal CONAFOR, 2010. Prácticas de reforestación. Manual básico de Prácticas de reforestación. Primera edición,
- Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. 2007. Manual de Buenas Prácticas Medioambientales en el Transporte. Junta de Andalucía, España. 32 pp.

- Curso de Formadores de Buenas Prácticas Ambientales en Conservación de Carreteras. Impactos generados en las labores de conservación. Pere Sanz Casany. Año 2007.
- Demattia, E. A., L. M. Curran, y B. J. Rathcke. 2004. Effects of small rodents and large mammals on Neotropical seeds. Ecology 85:2161–2170.
- Department of the Environment Transport and the Regions. 2001. Best practice in street works and highway works. London, U. K.
- DESVOUGES, W. H., et al. (1992). "Benefit transfer: Conceptual problems in estimating water quality benefits using existing studies". Water Resources Research, 28(3). p. 675-683.
- Gold. K.; P.León-Lobos. y M. Way. 2004. Manual de recolección de semillas de plantas silvestres para conservación a largo plazo y restauración ecológica. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Intihuasi, La Serena, Chile. Boletín INIA N° 110, 62 p.
- Gutiérrez, R., J., S. Camacho y R. Naranjo. 1993. Glosario de recursos naturales; agua, suelo y vegetación. LIMUSA, 314 pp.
- Hernández Michaca, J. L., J. Pisanty Levy; V. M. Sánchez Granados; M. A. Carreón Méndez y M. Roldán Ortiz. 2000. Impacto ambiental de proyectos carreteros en escurrimientos del agua superfcial. Instituto Mexicano del Transporte, Publicación Técnica No. 141. Sanfandila, Querétaro, México.
- INERCO, Valdivia E., 2007. Programa De Vigilancia Ambiental.
- Instituto de Investigaciones Alexander von Humboldt 2008. LOS VIVEROS DE PLANTAS NATIVAS "Cultivando nuestras semillas, conservando la biodiversidad". Programa Mosaicos de Conservación, Patrimonio Natural Mosaico The Peak.
- INSTITUTO NACIONAL DE LOS PUEBLOS INDÍGENAS. 2021. Consultado en: https://www.gob.mx/inpi
- Jiménez-Sierra, Cecilia Leonor; Sosa Ramírez, Joaquín; Cortés-Calva, Patricia; Breceda Solís Cámara, Aurora; Íñiguez Dávalos, Luis Ignacio; Ortega-Rubio, Alfredo. 2014. México país megadiverso y la relevancia de las áreas naturales protegidas Investigación y Ciencia, vol. 22, núm. 60, pp. 16-22 Universidad Autónoma de Aguascalientes, México.
- Kosoy N, M Martínez-Tuna, R Muradian, J Martínez-Alier. 2007. Payments for environmental services in watersheds: Insights from a comparative study of three cases in Central America. Ecological Economics (61): 446-455.
- Krebs, C. J. 1985. Ecología. Estudio de distribución y la abundancia. 2ª Ed. Harla. México.
- Lara A, D Soto, J Armesto, P Donoso, C Wernli, L Nahuelhual, F Squeo. 2003. Componentes Científicos Clave para una Política Nacional Sobre Usos, Servicios y Conservación de los Bosques Nativos Chilenos. Valdivia, Chile. Iniciativa Científica Milenio de MIDEPLAN. 134 p.
- López, T. G. (2016). BASES JURÍDICAS PARA EL USO DE INSTRUMENTOS ECONÓMICOS EN LAS POLÍTICAS AMBIENTALES MUNICIPALES EN MÉXICO. Veredas do Direito: Direito Ambiental e Desenvolvimento Sustentável, 12(24), 11-31.
- Márquez-Huitzil, R.1999. Regeneración de la vegetación en distintos ensayos de restauración de minas de roca caliza a cielo abierto en una industria cementera, Ixtaczoquitlán, Veracruz. Tesis de Maestría. Instituto de Ecología A. C., Xalapa, Veracruz, México.
- Martínez, J. A., MARTÍNEZ, J. E., ZUBEROGOITIA, I., GARCÍA, J. T., CARBONELL, R., DE LUCAS, M., & DÍAZ, M. (2003). La evaluación de impacto ambiental sobre las poblaciones de aves rapaces: problemas de ejecución y posibles soluciones. Ardeola, 50(1), 85-102.Osorio Múnera, J. D., & Correa Restrepo, F. (2004). Valoración económica de costos ambientales: Marco conceptual y métodos de estimación. Semestre económico, 7(13)
- Martínez-Meyer E., J.E. Sosa- Escalante y Álvarez. F. 2014. El estudio de la Biodiversidad en México: ¿una ruta con dirección? Revista Mexicana de Biodiversidad. Supl.85:S1-S9.

- Morrison M. 2002. Wildlife Restoration. Techniques for Habitat Analysis and Animal Monitoring. Society For Ecological Restoration. 209 pp.
- 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.
- Nupp, T. E., y R. K. Swihart. 1998. Effect of forest fragmentation of population attributes of white-footed mice and eastern chipmunks. Journal of Mammalogy 79:1234–1243.
- OIMT, 2014. Manual recolección de semillas de especies forestales nativas: experiencia en Molino Pampa, Amazonas – Perú
- Patten M. A. 2000. University of California-Riverside. 2da ed. patten@citrus.ucr.e
- Peterson, R. T. y E. L. Chalif. 2008. *Aves de México*. Guía de campo. Editorial Diana, México.
- PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO. 2018. GUEVEA DE HUMBOLDT OAXACA. HONORABLE AYUNTAMIENTO MUNICIPAL CONSTITUCIONAL. OAXACA MÉXICO.
- Rodríguez-Yáñez, C., R. Villalón-Calderón y A.G. Navarro. 1994. Bibliografía de las aves de México (1825-1992). *Publicaciones Especiales del Museo de Zoología*, 8:1-146.
- Romero, Fabian & Cozano, Miguel & Gangas, Rodrigo & Naulin, Paulette. (2013). Zonas ribereñas: protección, restauración y contexto legal en Chile. Bosque (Valdivia). 35312104067 /S0717 92002014000100001.
- Ruiz, I. B. 2002. Manual de Reforestación para América Latina. Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de Estados Uni-dos. Instituto Internacional de Dasonomía Tropical. Estación Expe-rimental Sureña. San Juan, Puerto Rico. 205 p
- Rzedowski, J., 2006. Vegetación de México. 1ra.Edicion digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, 504 pp.
- Rzedowski, J., 2006. Vegetación de México. 1ra.Edicion digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, 504 pp.
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes. 2007. NORMA: N-LEG-4/07. Ejecución de Supervisión de Obras.
- SEMARNAT. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001. Protección Ambiental Especies nativas de México de flora y fauna silvestres- Categoría de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio- Lista de especies en riesgo. Publicada en el D.O.F. del 6 de marzo de 2002.
- SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059- SEMARNAT-2010. Diario Oficial de la Federación (DOF), jueves 30 de diciembre de 2010.
- Sustainable Commodity Assistance Network SCAN, 2012. Producción de Plantones de Café, Manejo y cuidado del Vivero.
- Toledo, V.M. y M.J. Ordóñez. 1998. El panorama de la biodiversidad en México: Una revisión de los hábitats terrestres. En: T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (Eds.). Diversidad biológica de México. Orígenes y distribución. Instituto de Biología, UNAM.
- Torres, G. (2008). Seguros Ambientales: Análisis De Su Reciente Reglamentación. Observatorio Iberoamericano del Desarrollo Local y la Economía Social, (5).
- Universidad Nacional de Colombia (UNC). 2007. Guía Metodologica para la restauración ecológica del bosque altoandino
- Vanegas López, M. 2016. Manual de mejores prácticas de restauración de ecosistemas degradados, utilizando para reforestación solo especies nativas en zonas prioritarias. Informe final dentro del proyecto GEF 00089333 “Aumentar las capacidades de México para manejar especies exóticas invasoras a través de la implementación de la Estrategia Nacional de Especies Invasoras”. CONAFOR, CONABIO, GEF-PNUD. México. 158 p.

- Vargas Ríos O., 2011. Restauración Ecológica: Biodiversidad y Conservación Acta biol. Colomb., Volumen 16, Número 2, p. 221-246, 2011. ISSN electrónico 1900-1649. ISSN impreso 0120-548X.
- Vázquez Yanes Carlos, Orozco Alma, Rojas Mariana, Sánchez María Esther, Cervantes Virginia. 1997. La Reproducción de las Plantas: Semillas y Meristemos. En Ciencia Para Todos (3, 157) México D.F.: Fondo De Cultura Económica.