

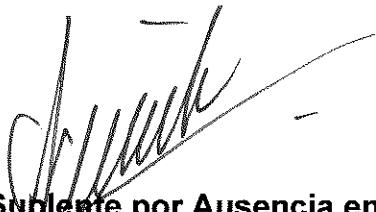
Área que clasifica. - Delegación Federal de la SEMARNAT en el Estado de Yucatán

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

Partes clasificadas. - **Partes clasificadas.** - : Domicilio particular, OCR de la credencial de elector, Teléfono y/o correo electrónico de terceros.

Fundamento Legal. - La clasificación de la información confidencial se realiza con fundamento en el artículo 116 primer párrafo de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública y 113, fracción I, de la Ley Federal 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. - **Suplente por Ausencia en La Delegación Federal en el Estado de Yucatán.- L.A. Hernán José Cárdenas López**

"Con fundamento en lo dispuesto en el artículo 84 del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales vigente, en suplencia por ausencia del Titular de la Delegación Federal en el Estado de Yucatán¹ previa designación, firma el presente el Subdelegado de Gestión para la Protección Ambiental y Recursos Naturales."

Fecha y número del acta de la sesión del Comité donde se aprobó la versión pública. - Resolución No. **15/2022/SIPOT**, en la sesión celebrada el 15 de julio de 2022, referente a la fracción VII, del artículo 69 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública (LFTAIP).

http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/inai/XXXIX/2022/SIPOT/ACTA_15_2022_SIPOT_2T_2022_ART69.pdf

¹ En los términos del artículo 17 Bis en relación con los artículos Octavo y Décimo Tercero Transitorios del Decreto por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre de 2018.

Capítulo I

MIA-P

“DESARROLLO ECOTURÍSTICO XIBALBÁ, OBRAS ADICIONALES”

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



Contenido

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	3
I.1 Datos generales del proyecto	3
I.1.1. Nombre del proyecto.....	3
I.1.2. Ubicación del proyecto.....	3
I.1.3. Duración del proyecto	4
I.2 Datos generales del promovente.....	4
I.2.1. Nombre o razón social.	4
I.2.2. Registro Federal de Contribuyente del Promovente.	4
I.2.3. Nombre y cargo del representante legal. En su caso, anexar copia certificada del poder correspondiente.....	4
I.2.4. Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones.....	4
I.3 Datos generales del responsable del estudio de impacto ambiental.....	5
I.3.1. Nombre o razón social.	5
I.3.2. Dirección.....	5

Tablas y figuras

Figura I.1 Ubicación del proyecto.	3
---	---

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 proyecto

DESARROLLO ECOTURÍSTICO XIBALBÁ, OBRAS ADICIONALES

I.1.2. Ubicación del proyecto

El proyecto Desarrollo Ecoturístico Xibalbá. Obras Adicionales se ubica en el municipio de Valladolid, Estado de Yucatán, a 7.0 km al noroeste del poblado de Yalcobá y a 3.00 km al suroeste del poblado Xtut, tal como se muestra en la siguiente imagen (se presenta en anexo digital)

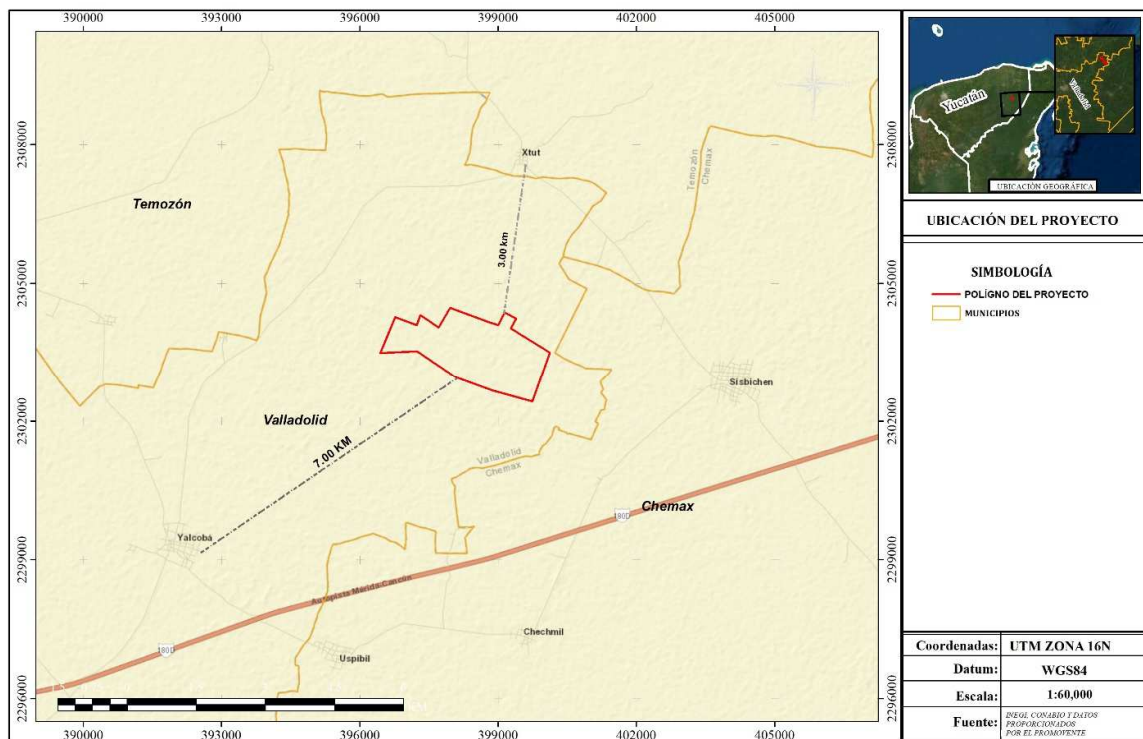


Figura I.1 Ubicación del proyecto.

I.1.3. Duración del proyecto

Se estima una vida útil del proyecto de 100 años.

I.2 Datos generales del promovente.

I.2.1. Nombre o razón social.

XENOTES MÁGICOS S.A. DE C.V

I.2.2. Registro Federal de Contribuyente del Promovente.

XMA100512PB8

I.2.3. Nombre y cargo del representante legal. En su caso, anexar copia certificada del poder correspondiente.

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

I.3 Datos generales del responsable del estudio de impacto ambiental.

I.3.1. Nombre o razón social.

I.3.2. Dirección.

Sofía

Capítulo II

MIA-P

“DESARROLLO ECOTURÍSTICO XIBALBÁ, OBRAS ADICIONALES”

*DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS
PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO*



Contenido

<i>DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO</i>	1
II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	5
II.1 Información general del proyecto.	5
II.1.1. Naturaleza y objetivo del proyecto.	7
II.1.2. Ubicación física.....	7
II.1.3. Selección del sitio.	9
II.1.4. Inversión Requerida.....	9
II.1.5. Dimensiones del proyecto.....	9
II.1.6. Uso actual del suelo y/o cuerpos de agua.	14
II.1.7. Urbanización del área y descripción de recursos requeridos.....	17
II.2 Características particulares del proyecto.....	17
II.2.1. Componentes del proyecto.	18
II.2.2. Programa General de Trabajo.	62
II.2.3. Preparación del sitio.	63
II.2.4. Obras provisionales.	63
II.2.5. Construcción.	63
II.2.6. Operación y Mantenimiento.	65
II.2.7. Etapa de abandono del sitio.	69
II.2.8. Residuos.....	69

Tablas y figuras

Figura II.1 Ubicación del proyecto.	8
Figura II.2 Desplante de obras del proyecto.....	13
Figura II.3 Usos de Suelo y Vegetación en el polígono del proyecto.....	14
Figura II.4 Cambios de Uso de Suelo del proyecto.	16
Figura II.5 Ejemplo de pasillos abiertos.	18
Figura II.6 Ejemplo pasillos cerrados (Túneles).....	20
Figura II.7 Plataformas de contemplación/descanso.	21
Figura II.8 Fotografía escaleras de acceso a cuerpos de agua.	22
Figura II.9 Fotografía de ventanas de apreciación.	23
Figura II.10 Plataforma volada.....	24
Figura II.11 Fotografía puente fijo.....	25
Figura II.12 Fotografía de señalética al interior de los pasillos.	26
Figura II.13 Escultura Subacuática.	27
Figura II.14 Ejemplo de esculturas en seco.....	28
Figura II.15 Ejemplo de iluminación sobre pasillos.....	30
Figura II.16 Ejemplo de videomapping.	31
Figura II.17 Fotografías Cenote Tres bocas.	35
Figura II.18 Fotografías Zona de Kayaks.....	36
Figura II.19 Fotografías Zona Zopilotes.....	37
Figura II.20 Fotografía Tienda-Taquilla Zopilotes.	38
Figura II.21 Fotografías área de tirolesa y pasillo palmas.	40
Figura II.22 Fotografías Pueblo Estalagmitas.....	42

Figura II.23 Fotografías Cenote Tres Labios.	44
Figura II.24 Fotografías Rehollada.	46
Figura II.25 Fotografías Rehollada (vegetación).....	46
Figura II.26 Fotografías Cenote Guayas.	48
Figura II.27 Fotografías Cenote Vaquerías.....	50
Figura II.28 Fotografías Cenote Pastizales.....	51
Figura II.29 Fotografías zona de Aviario.....	53
Figura II.30 Fotografías Cenote el pilón y Túnel cañón.	55
Figura II.31 Fotografía actual Túnel Respirador.	56
Figura II.32 Fotografías pueblo maya.	57
Figura II.33 Fotografías zona de Armón	58
Figura II.34 Fotografías área de capilla.	59
Figura II.35 Fotografías de los caminos de circulación.....	60
Figura II.36 Fotografía del área de camino nuevo.	61
Figura II.37 Ejemplo Torre de telecomunicaciones.....	61
Figura II.38 Ejemplo de dado de cimentación para antena arriostrada.	64
Tabla II.1 Coordenadas del polígono envolvente del proyecto.	8
Tabla II.2 Superficie de las obras.	11
Tabla II.3 Instalaciones de ambientación por cada cuerpo de agua.....	33
Tabla II.4 Cronograma de trabajo.....	62
Tabla II.5 Actividades de operación obras sancionadas.....	66

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

II.1 Información general del proyecto.

Las obras y actividades que se ponen a consideración de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), a través de la presente Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular (MIA-P) del proyecto **Desarrollo Ecoturístico Xibalbá, Obras Adicionales** (en lo sucesivo **el proyecto**), que es promovido por la empresa **Xenotes Mágicos, S.A. de C.V.** (en lo sucesivo **el promovente**) derivan del cumplimiento a la resolución PFPA37.5/2C27.5/0074/21/0224 del 10 de noviembre de 2021, expedida por la Delegación de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) en el Estado de Yucatán, en cuyo Resuelve Segundo se establece como medida la siguiente:

***“ÚNICA:** Toda vez que los hechos narrados en el acta de inspección se advierte que existen obras con inminencia de posible modificación de los cauces de corrientes de aguas nacionales, y que tales obras descritas advierten tal inminencia e incluso existencia de dichas obras que pueden causar la modificación de las corrientes de aguas nacionales sean artificiales por dragado con afloramiento del manto freático o cenotes naturales como cuerpos de agua nacionales, entonces se impone a cargo de los responsables del proyecto **DESARROLLO ECOTURISTICO XIBALBÁ** que deberá someter a estudio la manifestación en materia de Impacto Ambiental toda obra o actividad relacionada con la referida modificación de los cauces de corrientes de aguas nacionales o demás obras y actividades que pretendan realizar ya sea para continuar o modificar su proyecto.”*

La resolución de la PROFEPA, incluida en anexo, narra lo realizado en la visita de inspección y lo observado en el proyecto **Desarrollo Ecoturístico Xibalbá** promovido por la empresa **Xenotes Mágicos, S.A. de C.V.**, indicando aquellas obras ya ejecutadas sin contar con autorización previa en materia de Impacto Ambiental y sujetas al procedimiento administrativo de la PROFEPA.

Dicho lo anterior, en cumplimiento a la medida impuesta por la PROFEPA, la empresa **Xenotes Mágicos, S.A. de C.V.** presenta la MIA-P que incluye tanto las obras y actividades ejecutadas y sancionadas, sujetas a regularización, como tres obras nuevas

del proyecto necesarias para su operación y las somete al Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental. La MIA-P proyecta para las obras realizadas un análisis de los posibles impactos que puedan generar al ambiente durante sus etapas de operación y mantenimiento, y las medidas de prevención, mitigación y compensación que los atenderán. En cuanto a las obras nuevas se desarrollan cada una de sus diferentes etapas de desarrollo, y demás información que establece el Artículo 12 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

Cabe señalar que la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales por conducto de la Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental, suscribieron los *“Lineamientos para los casos en que se realicen obras y actividades sin contar con Autorización de Impacto Ambiental o que contando con autorización se lleven a cabo obras y actividades no contempladas en la misma”*, del 1º de julio del 2009, los cuales actualmente se encuentran vigentes.

A través del documento antes signado, las autoridades encargadas de la evaluación de impacto ambiental (DGIRA y Delegaciones Federales), así como la inspectora (PROFEPA y Delegaciones Federales), acordaron un proceso de regularización administrativo – ambiental, cuya finalidad es la de generar certeza y seguridad jurídica no solo a los gobernados, sino a las propias autoridades, ya que las medidas y sanciones impuestas por la PROFEPA no regularizan los proyectos, destacando que los lineamientos en comento, son de observancia obligatoria para las dependencias administrativas como la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA) y Delegaciones Federales y la PROFEPA y sus Delegaciones Federales.

Por lo anterior y con el fin de brindar una mejor descripción de las obras y actividades que serán consideradas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental, se establecerá la siguiente clasificación:

- a) Operación de obras sancionadas.**
- b) Obras nuevas (camino, antena, baños Rehollada).**

Cabe señalar que el objetivo del proyecto es proveer de servicios ecoturísticos a visitantes nacionales y extranjeros, al brindar acceso seguro a escenarios (cavernas, cenotes y hábitats silvestres) que hasta ahora han permanecido solo al alcance de personas con amplias capacidades físicas o bien dotados de equipos especializados. Mostrando de manera sustentable, regulada y responsable a los visitantes, los diferentes cuerpos de agua o cenotes que le da a esta área una belleza escénica única, generando con esto una actividad productiva, oportunidades laborales en las localidades cercanas y logrando la conservación de los recursos locales.

II.1.1. Naturaleza y objetivo del proyecto.

Las obras y actividades del proyecto, tienen la finalidad de brindar servicios ecoturísticos, por lo que, de acuerdo a la Clasificación de Actividades Económicas del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el proyecto se clasifica dentro de las actividades terciarias como Servicios relacionados a la recreación.

El proyecto, se desarrolla para mostrar las características físicas de la región, su belleza escénica, los atractivos naturales de la geomorfología calcárea y de otros sitios de los alrededores, brindando servicios a turistas nacionales e internacionales, que hoy en día buscan productos recreativos de aventura, con paisajes naturales y auténticos en la región que representa, en los cuales también se demuestre el compromiso ambiental con el entorno.

Partiendo de los recursos naturales de la región, como los Cenotes, se ofrecerá al visitante la posibilidad de navegar en balsas, nadar, bucear, entre otras actividades como la contemplación del paisaje natural que ofrece el entorno.

II.1.2. Ubicación física.

El proyecto se ubica en el municipio de Valladolid, Estado de Yucatán, a 7.0 km al noroeste del poblado de Yalcobá y a 3.00 km al suroeste del poblado Xtut, tal como se muestra en la siguiente imagen (se presenta en anexo digital).

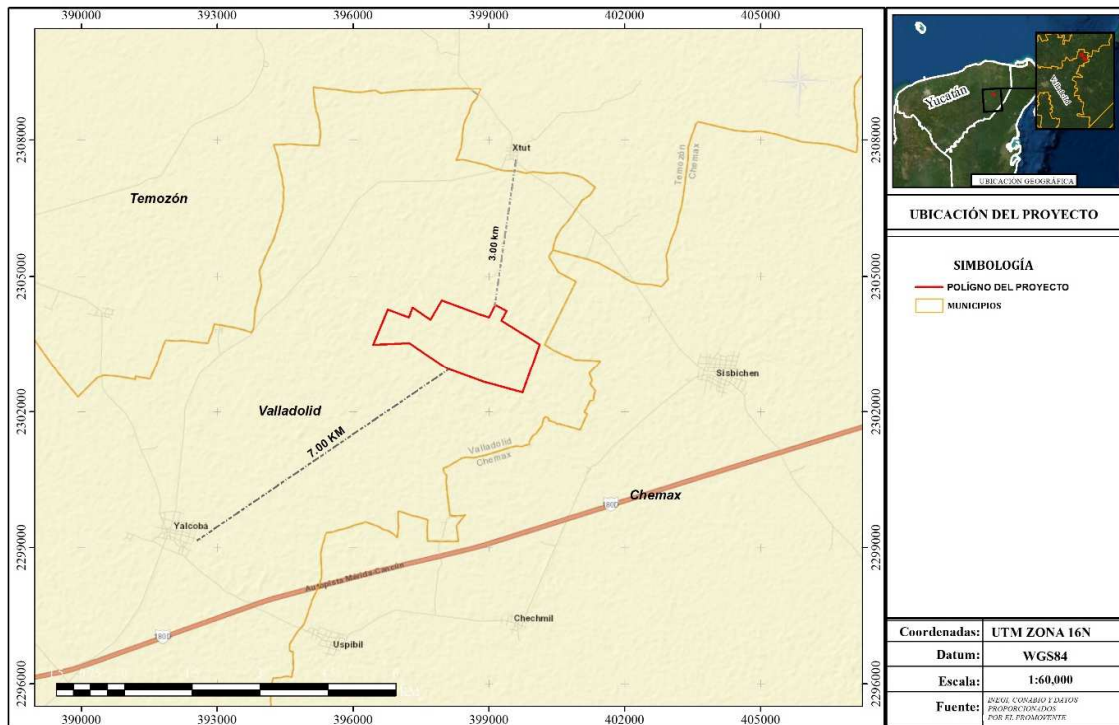


Figura II.1 Ubicación del proyecto.

La siguiente tabla contiene las coordenadas UTM Zona 16 N, Datum WGS84, de la poligonal envolvente del proyecto.

Tabla II.1 Coordenadas del polígono envolvente del proyecto.

No.	X	Y
1	397234.743	2303532.044
2	396436.609	2303492.030
3	396759.133	2304270.320
4	397232.970	2304101.539
5	397310.557	2304315.155
6	397706.022	2304046.992
7	397953.925	2304475.086
8	398777.000	2304174.000
9	398996.167	2304099.444

No.	X	Y
10	399134.542	2304371.119
11	399383.938	2304244.488
12	399274.000	2304024.000
13	400117.000	2303502.000
14	399741.000	2302433.000
15	398873.199	2302667.293
16	398084.939	2302955.981
17	397234.743	2303532.044
1	397234.743	2303532.044

II.1.3. Selección del sitio.

La ubicación del proyecto se estableció considerando los recursos escénicos que permiten atraer turistas afines a los espacios abiertos y a los hábitats naturales propios de la localidad; en este caso, facilitando el tránsito al interior del terreno mediante caminatas por amplias áreas forestadas, dispuestas para la observación de especies silvestres, para luego recurrir a los cuerpos de agua con los que cuenta el predio.

II.1.4. Inversión Requerida.

La inversión estimada para el desarrollo del proyecto es de **25,000,000 (veinticinco millones de pesos /100)**, de los cuales se tiene contemplado un porcentaje para las medidas de prevención y mitigación.

II.1.5. Dimensiones del proyecto.

El proyecto tiene una **superficie total de 400.946 ha**, de las cuales se requirieron 4.422 ha (44,218.00 m²), para las obras que fueron sancionadas y observadas por la PROFEPA, lo que representa 1.10 % con respecto a la superficie total del predio. En relación a las obras nuevas que se pretenden realizar (camino, antena y baños Rehollada), y las obras construidas que forman parte del proyecto (Pueblo Maya, Armón, caminos internos), ocuparán una superficie de 3.628 ha (36,279 m²), lo que representa 0.90% con respecto a la superficie total del predio. La **superficie total de afectación de las obras**, considerando las obras sancionadas, las obras existentes, necesarias para la operación del proyecto, y las obras nuevas, será de **8.050 ha**, lo que representa el 2.00% de la superficie total del predio.

Es importante destacar que en la resolución administrativa PFPA37.5/2C.27.5/0074/21/0224 del 10 de noviembre de 2021, la PROFEPA estableció superficies aproximadas, por lo que, con la finalidad de brindar a la autoridad ambiental una mayor certeza y precisión con relación a las dimensiones y superficies de cada una de las obras que están siendo sometidas al procedimiento de Evaluación de Impacto

Ambiental, se llevó a cabo un levantamiento de las dimensiones y superficies de cada una de las obras, las cuales se presentan a continuación:

Tabla II.2 Superficie de las obras.

ID	Obra	Condición	Superficie (m ²)	Superficie (ha)
1	Cenote 3 Bocas	Sancionado	1327.00	0.133
2	Túnel 3 Bocas	Sancionado	300.00	0.030
3	Área de Kayaks (incluye: andador y canal)	Sancionado	5714.00	0.571
4	Cenote Zopilotes	Sancionado	167.00	0.017
5	Andador Zopilotes	Sancionado	356.00	0.036
6	Tienda Zopilotes	Sancionado	3605.00	0.361
7	Área de Agua tienda Zopilotes	Sancionado	2472.00	0.247
8	Área de tirolesas (incluye: pasillo de palmas, andador tirolesas, canal tirolesas y puente)	Sancionado	5118.00	0.512
9	Túnel-Andador Estalagmitas	Sancionado	250.00	0.025
10	Cenote Estalagmitas	Sancionado	626.00	0.063
11	Túnel Respiradero	Observada como parte del recorrido de PROFEPA*	136.00	0.014
12	Túnel-Andador 3 Labios	Sancionado	292.00	0.029
13	Cenote 3 Labios	Sancionado	1557.00	0.156
14	Pasillo Rehollada	Sancionado	434.00	0.043
15	Rehollada (Cascada Rehollada)	Sancionado	3103.00	0.310
16	Túnel Guayas	Sancionado	524.00	0.052
17	Cenote Guayas	Sancionado	1394.00	0.139
18	Túnel Vaquerías	Sancionado	2533.00	0.253
19	Cenote Vaquerías	Sancionado	2478.00	0.248
20	Túnel Pastizales	Sancionado	516.00	0.052
21	Cenote Pastizales	Sancionado	1100.00	0.110
22	Aviario	Sancionado	7854.00	0.785
23	Pasillo-Túnel Cañón	Observada como parte del recorrido de PROFEPA*	1531.00	0.153
24	Cenote Pilón	Sancionado	831.00	0.083
25	Pueblo Maya	Construido**	1435.00	0.144
26	Armón	Construido**	12060.00	1.206
27	Área de capilla	Construido**	7398.00	0.740
28	Baño Rehollada	Nuevo	231.00	0.023
29	Antena	Nuevo	2676.00	0.268
30	Camino	Nuevo	12479.00	1.248
Total			80,497.00	8.050

*Estas obras no forman parte de las sancionadas por PROFEPA; sin embargo, permiten la operación de ellas.

** Obras que no fueron sancionadas por PROFEPA, pero que están construidas o en proceso de término, y que son necesarias para la operación del proyecto y forman parte de éste.

Cabe señalar, que la tabla anterior solo indica las superficies que actualmente ocupan las obras del proyecto y las superficies de las obras nuevas pretendidas, y en cuanto a las actividades del proyecto, en su etapa operativa, se encuentran referidas en la **Tabla II.5 Actividades de operación obras sancionadas**, incluida en el Apartado II.2.6 Operación y Mantenimiento de este mismo Capítulo.

La siguiente imagen muestra la distribución de las obras señaladas en la tabla anterior (se presenta en anexo para mejor apreciación).

Las coordenadas UTM Zona 16 N Datum WGS84, y el archivo KMZ correspondiente, se presentan en anexo para mejor referencia.

Capítulo II

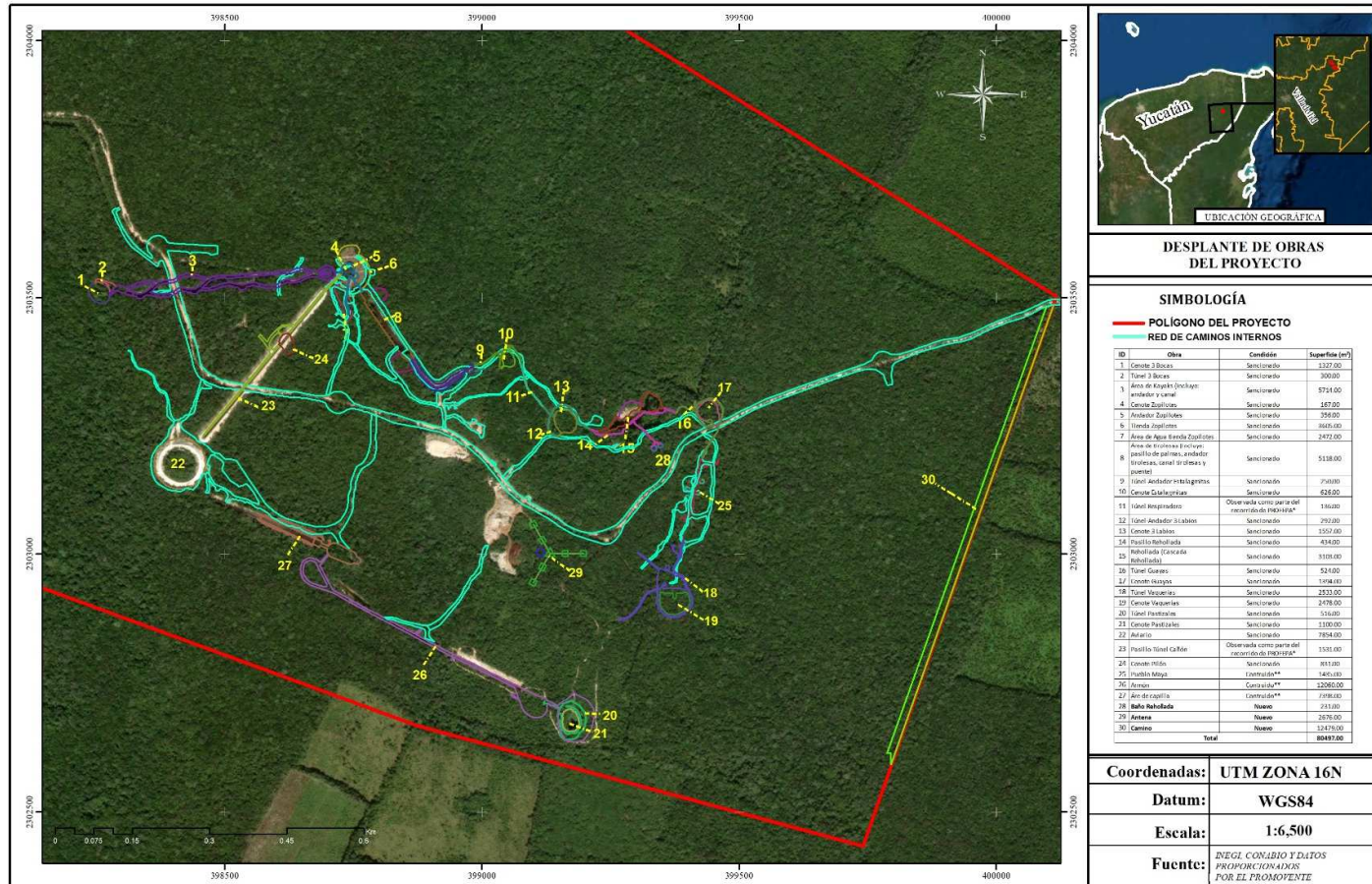


Figura II.2 Desplante de obras del proyecto

II.1.6. Uso actual del suelo y/o cuerpos de agua.

De acuerdo a los Usos de Suelo y Vegetación Serie VI de INEGI SERIE IV, el polígono del proyecto se ubica en áreas con Vegetación Secundaria Arbustivas de Selva Mediana Subcaducifolia y con Pastizal Cultivado, tal como se muestra en la siguiente imagen.

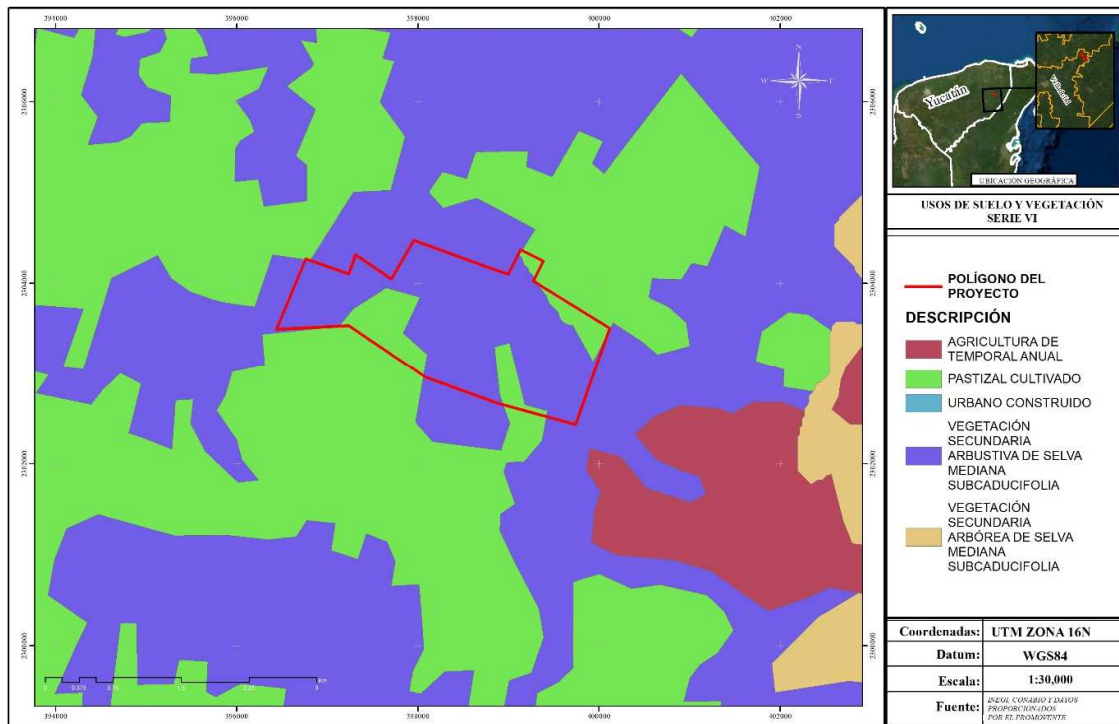


Figura II.3 Usos de Suelo y Vegetación en el polígono del proyecto.

La región que rodea el polígono del proyecto también está compuesta por Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subcaducifolia. Sin embargo, las condiciones que presentan las comunidades vegetales muestran que han sido sustituidas por las actividades agrícolas y pecuarias.

En lo que respecta a los cuerpos de agua, en Yucatán no existen corrientes superficiales (ríos, lagos, etc.), salvo cuerpos de agua temporales debido a las características del subsuelo cárstico. Considerando las características de la conformación calcárea del suelo, y siendo este tipo de material altamente soluble al agua, se forman cavidades subterráneas que producen hundimientos del terreno y con ello la configuración del

paisaje y la existencia de un rico manto freático, manifestándose a través de los numerosos cenotes que caracterizan la región y la localidad, mismos que alberga el área del proyecto.

Cabe señalar, que el proyecto cuenta **54.0167 ha** con autorización de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF) y de Cambio de Uso de Suelo (**CUS**) en Materia de Impacto Ambiental (se anexan oficios); no obstante, el proyecto requirió de una superficie adicional de **CUS** en **15.04 ha** que fueron necesarias para obras ya construidas (área de Tirolesas, área de Rehollada, Pueblo Maya, Aviario y camino principal. Adicionalmente se requerirá la remoción de vegetación en **1.248 ha para la construcción del camino (obra nueva)**, superficie que se solicita su autorización en Materia de Impacto Ambiental y para la cual también se realizará el trámite correspondiente de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (**CUSTF**), ya sea mediante el Estudio Técnico Justificativo o la modificación de la autorización de CUSTF con la que cuenta el proyecto.

El siguiente plano muestra las áreas con autorización de Cambio de Uso de Suelo y las áreas que requieren CUS para su autorización (se presenta en anexo para mejor referencia).

Capítulo II



Figura II.4 Cambios de Uso de Suelo del proyecto.

II.1.7. Urbanización del área y descripción de recursos requeridos.

El área del proyecto carece de servicios básicos, tales como: luz, drenaje y agua potable. Por lo que el agua será extraída de pozos propios, para los cuales se ha ingresado la solicitud correspondiente ante la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). La energía eléctrica será abastecida de la red más cercana de CFE. En cuanto al drenaje, el proyecto cuenta con biodigestores ecológicos para el tratamiento de aguas residuales. Cabe indicar que los pozos y los biodigestores quedaron asentados en la resolución emitida por la autoridad ambiental Estatal (se incluye en anexo).

II.2 Características particulares del proyecto.

El proyecto que nos ocupa aprovecha los recursos naturales que se encuentran en la zona para atraer turistas afines a los espacios abiertos y a los hábitats naturales, ofreciendo caminatas por amplias áreas forestadas dispuestas para la observación de especies silvestres, para luego recurrir a los cenotes con los que cuenta el predio, valiéndose de la infraestructura ligera que posibilita el control de los visitantes, y proporcionándoles espacios seguros y limpios.

Antedicho, la presente MIA-P somete a evaluación las obras identificadas por PROFEPA como ya ejecutadas y sin autorización en materia de Impacto Ambiental, y tres obras nuevas que será parte de la operación del proyecto, las cuales se describen en los siguientes numerales.

Cabe indicar que en cada cuerpo de agua, natural o artificial, se incorporan obras comunes como: pasillos abiertos y cerrados, plataformas de contemplación/descanso, escaleras de acceso a cuerpo de agua, rampas de acceso a cuerpos de agua, terrazas/ventanas de apreciación visual, plataforma volada sobre cuerpo de agua, puente colgante sobre cuerpo de agua, señalizaciones, decoraciones monumentales e instalaciones eléctricas de audio e iluminación, elementos cuya conformación es similar en cada área, por lo que para una mejor comprensión, y evitar ser repetitivos en cada concepto, se ha incluido un apartado general donde se describen cada una de éstas.

II.2.1. Componentes del proyecto.

A continuación se describen los componentes que son parte del proyecto.

II.2.1.1 Generalidades de obras comunes.

a) Pasillos Abiertos (Andadores).

Permiten comunicar los diferentes espacios del proyecto y que los visitantes transiten de manera segura. Tienen forma irregular y están adaptados a la forma de la superficie donde se encuentran, desplantados en superficies horizontales o bien en superficies inclinadas tipo rampa.

Se encuentran conformados a base de piedra caliza junteada con mortero cemento arena sobre una capa de sascab o sobre material pétreo, o a base de concreto armado con malla de acero electrosoldada y acabado rústico o martelinado, tal como se muestra en la siguiente imagen (se presenta en anexo digital).

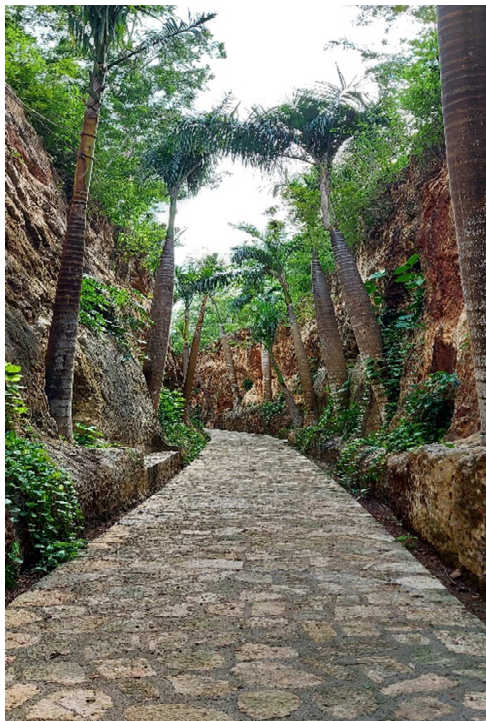


Figura II.5 Ejemplo de pasillos abiertos.

Todos los pasillos (cerrados y abiertos) incorporarán iluminación, voz y datos entre otros, y cuentan con canal perimetral para canalizar escurrimientos e instalaciones de

iluminación. En ciertas partes de los pasillos podrá haber contenedores para la colecta de basura, así como elementos de servicio de emergencia.

b) Pasillos Cerrados (Túneles).

Se han construido túneles que permiten comunicar los diferentes espacios del proyecto. Estos túneles se encuentran formados a base de piedra caliza excavada en sitio por medios mecánicos, tienen forma irregular y se adaptan a la forma de la superficie donde se encuentran, pueden estar desplantados en superficies horizontales o bien en superficies inclinadas tipo rampa, sus longitudes son variables y adaptadas a los distintos niveles que exige en sitio el proyecto, su ancho es variable pudiendo ir desde 1.20 m hasta 8.00 m de ancho. En algunas zonas de los túneles existen bancas para el descanso de los visitantes, las cuales fueron conformadas en sitio mediante excavación. El acabado en muros y cubierta es de la misma piedra caliza base de excavación, en tanto el piso como las bancas tiene como acabado final piedra junteada con mortero cemento arena, en los casos de aquellos túneles inconclusos también pueden existir pisos en pasillos construidos a base de concreto hecho en obra armado con malla de acero electrosoldada y con acabado rústico o martelinado o bien grava, similar a lo que muestra la siguiente imagen (se presenta en anexo digital). En sitios establecidos de los pasillos podrá haber contenedores para la colecta de basura, así como elementos de servicio de emergencia.



Figura II.6 Ejemplo pasillos cerrados (Túneles).

c) Plataformas de contemplación/descanso.

Son elementos que se construyeron para descanso y contemplación de las áreas del proyecto, edificadas desde un punto seguro para el visitante, delimitado por la misma formación de piedra, donde hay bancas conformadas del mismo terreno. Estas áreas tienen forma irregular y están comunicados por túneles o pasillos con vista hacia áreas exteriores o cuerpos de agua. Estas plataformas pueden ser el punto de conexión entre distintos cuerpos de agua o bien plataformas intermedias.

Están conformadas a base de piedra caliza excavada en sitio por medios mecánicos (martillos neumáticos), el ancho de cada plataforma es variable, siguiendo las condicionantes de la formación de piedras, teniendo como mínimo 1.20 m a 10.00 m de ancho como máximo siempre siguiendo la forma irregular ofrecida por el espacio, su acabado en muros y cubierta es la piedra caliza natural en la apariencia excavada, en algunos casos podrá existir un acabado adicional para derivar las aguas que penetren con la lluvia, en piso se tiene como acabado final piedra junteada con mortero cemento arena sobre una capa de sascab compacta cuando el material base sea blando, o bien asentados directamente sobre material pétreo que permitió su correcto desplante. También pueden existir pisos en plataforma construidos a base de concreto hecho en obra armado con malla de acero electrosoldada y con acabado rústico o martelinado, o grava suelta para mejorar permeabilidad, tal como se muestra en las siguientes imágenes (se presentan en anexo digital).



Figura II.7 Plataformas de contemplación/descanso.

d) Escaleras y rampas de acceso a cuerpo de agua.

Para poder acceder a los cuerpos de agua de una manera segura, se construyeron escaleras y rampas. Estos elementos se adaptan al nivel de los pasillos, pudiendo ser techados o abiertos, y a la forma del cuerpo de agua, de tal manera que permita al

visitante identificar con facilidad su ubicación. Su desplante es a pie de pasillos y concluyen en el cuerpo de agua.

Para evitar mantenimiento y reemplazos posteriores por desgaste o uso, se consideró la construcción de estas escaleras sobre forjado en la misma área, el ancho de cada escalera varía desde 1.20 m a 6.00 m, y en cuanto a su acabado en piso se emplearon piedras monolíticas labradas al exterior del cuerpo de agua y trasladadas y sumergidas en el mismo, asentadas a gravedad por el mismo peso del elemento, o bien a base de piedra caliza junteada con mortero cemento arena, asentado directamente sobre material pétreo que permitió su correcto desplante, similar a lo que se muestra en la imagen (se presenta en anexo digital).



Figura II.8 Fotografía escaleras de acceso a cuerpos de agua.

e) Terrazas/ventanas de apreciación visual.

Se realizaron vanos en muros de piedra excavada y sobre el nivel de agua, de esta manera no se altera o modifica la formación del cuerpo de agua. Estas aberturas pueden encontrarse en techos o muros y no implican el uso de materiales externos, exceptuando la piedra caliza labrada y en ocasiones junteada para mejorar su estabilidad. Se ubican

en áreas de pasillos y plataformas consideradas en excavación, y son utilizadas para apreciación y contemplación de las formaciones abiertas y cerradas, dando oportunidad de introducir iluminación natural en cuerpos de agua abiertos, tal como se muestra en la siguiente imagen (se presenta en anexo digital).



Figura II.9 Fotografía de ventanas de apreciación.

f) Plataforma volada sobre cuerpo de agua.

Para contemplar y desarrollar actividades específicas para el visitante, se concluirá la plataforma volada, la cual no tendrá contacto con el agua, pero su cercanía permite apreciar de mejor manera las formaciones superficiales y profundas del cuerpo de agua. Esta plataforma estará conectada a áreas de pasillos principales que comunican a superficie.

Esta obra es a base de estructura de vigas de acero galvanizado en inmersión (en taller) tipo IPR y losa acero para alcanzar volado máximo de 10.00 m en su parte más lejana a las formaciones de piedra que limitan el cuerpo de agua. La estructura está anclada y sujeta a lecho rocoso, con dados de concreto que no tienen contacto con el agua. Las siguientes imágenes muestran el estado actual de la plataforma y un vista render de lo que se pretende concluir con la construcción.



Figura II.10 Plataforma volada.

g) Puentes colgantes y fijos sobre cuerpo de agua.

Sobre algunos cuerpos de agua, abiertos principalmente, se construyeron puentes tipo colgantes, los cuales son elementos atirantados de 10.00 a 120.00 m de largo que interconectan plataformas y pasillos a túneles y cuerpos de agua, están suspendidos desde una altura de 1.00 m a 10.00 de nivel freático.

Estas estructuras son cables de acero inoxidable de 7/8" de diámetro para soportar eco tablas. Dichos cables están sujetos en su plataforma de arranque por unos dados de concreto, y un registro de mantenimiento para colocación de pernos sujetadores de cable que estabilizarán la estructura en su conjunto y garantizan la seguridad del tránsito de visitantes. Tienen un ancho desde 1.50 a 2.00 m y cuentan con medidas de seguridad,

como barandales de malla de seguridad tensada y sujeta por cables de acero a una altura 1.10 m.

En cuanto a los puentes fijos, estos son estructuras que interconecta un pasillo a otro y permite cruzar o rodear un cuerpo de agua. Estas estructuras están suspendidas desde una altura variable de 1.00 m a 10.00 de nivel freático, están desplantados en superficies horizontales y pueden ir de los 10.00 m a 120 m de longitud con apoyo de estructuras de acero (IPR) fija a los muros de piedra labrada, en barrenos previamente realizados para aumentar la adherencia del anclaje a superficie sólida. La siguiente fotografía muestra un ejemplo de puente fijo.



Figura II.11 Fotografía puente fijo.

h) Ambientación.

Como parte decorativa y de ambientación, al interior de los cuerpos de agua, sobre los pasillos y acceso, se colocarán elementos que permitan resaltar la arquitectura del sitio, mismos que se describen a continuación.

- **Señalizaciones.**

Para orientar a los visitantes durante su recorrido por las instalaciones, se instalarán elementos de señalización, tales como: mapas, flechas, señalética de seguridad, reglamentos, placas informativas, entre otros. Estos elementos son de diversos formatos y medidas, prearmados, realizados en materiales como cerámica, madera, vidrio, plástico, fibra de vidrio, cemento, piedra, entre otros. Los textos pueden ser grabados, en laser, router, impresos o pintados, tal como se muestra en la siguiente imagen (se presenta en anexo digital).

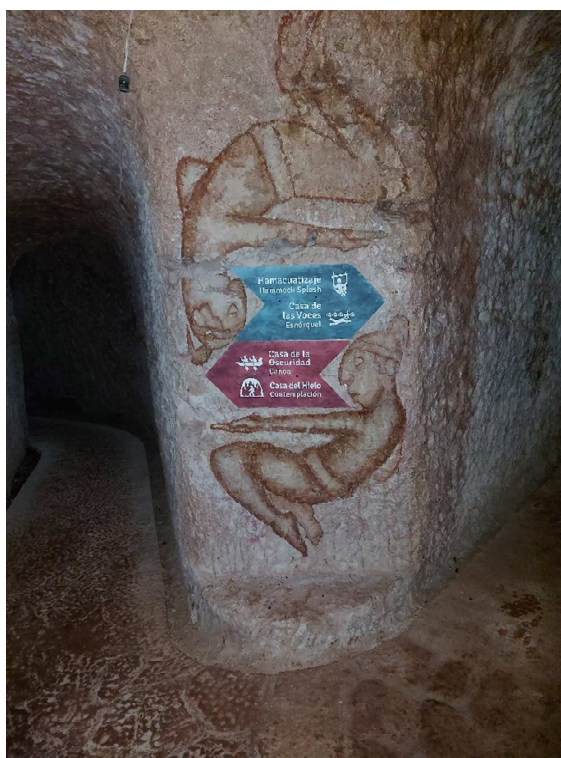


Figura II.12 Fotografía de señalética al interior de los pasillos.

- **Decoraciones monumentales.**

Como parte decorativa y de ambientación, al interior de los cuerpos de agua, sobre los pasillos y acceso, se colocan réplicas y/o representaciones de figuras humanas, animales, vegetales, imitaciones de piedras, cavernas, estalactitas o estalagmitas, objetos de diversas formas, similares a vestigios prehispánicos, entre otros, en escalas

naturales y/o monumentales. Estas decoraciones se dividen esculturas subacuáticas y esculturas en seco.

- **Esculturas subacuáticas.**

Estos elementos están conformados de estructuras metálicas (perfiles, alambrón, varilla), forradas y modeladas con concreto y con acabados del mismo material y/o cerámica, piedra, mármoles, chukum (o repellados similares), vidrio, tintes, etc. y van anclados de forma mecánica y/o adheridos con materiales cementantes. Estas estructuras se ensamblaron, y con el apoyo de poleas, boyas flotantes y buzos se colocaron en el fondo de los cuerpos de agua (solo en cenote Estalagmitas).



Figura II.13 Escultura Subacuática.

- **Esculturas en seco.**

Estas esculturas son elementos realizados a partir de estructuras metálicas (perfiles, alambrón, varilla) forradas y modeladas con concreto, y con acabados del mismo material y/o cerámica, piedra, mármoles, chukum (o repellados similares), vidrio, vitro mosaico, tintes y pinturas, etc. Anclados a muros o pisos de forma mecánica y/o adheridos con materiales cementantes. También se tienen relieves esculpidos en las paredes de los túneles excavados, o bien una combinación de relieves con incrustaciones de figuras precoladas y con acabados

de los materiales anteriormente mencionados. A continuación se presenta una imagen de ejemplo de estas estructuras (se presenta en anexo digital).



Figura II.14 Ejemplo de esculturas en seco.

- **Instalaciones eléctricas, de audio e iluminación.**

Al interior de los cuerpos de agua, sobre pasillos y túneles, se colocará infraestructura que permita brindar iluminación, sonido, comunicación y energía eléctrica, principalmente para seguridad de los visitantes y para ambientación de los elementos del proyecto. Estas instalaciones se describen a continuación.

- **Iluminación subacuática.**

Dentro de los cenotes, se iluminarán puntualmente **algunas áreas** dentro de los cuerpos de agua para destacar estalagmitas y esculturas sumergidas. Las lámparas se mimetizarán colocándolas dentro de rocas trabajadas previamente para poder alojarlas, y queden ocultas dejando visible solamente el difusor óptico.

En cuerpos de agua abiertos, se colocará iluminación subacuática para iluminarlos y acentuar algunos elementos arquitectónicos.

En ambos casos, las lámparas empleadas serán led del tipo subacuáticas, con alimentación eléctrica en 12 V y una potencia no mayor a 15 W. Dependiendo el propósito, son iluminación en blanco cálido o blanco natural (temperatura de color de 3,000 o 4,000 K, respectivamente) o RGB (modo de color red, green, blue).

○ **Iluminación Arquitectónica en cenotes (seco).**

La iluminación arquitectónica dentro de los cenotes variará de acuerdo con el propósito que tenga. Principalmente se estarán resaltando elementos arquitectónicos, formaciones calcáreas o esculturas.

Toda la iluminación será con lámparas led en color blanco cálido (temperatura de color de 3,000 K), con potencias que pueden ser desde 2 hasta 20 W en iluminación puntual de esculturas o formaciones calcáreas, y hasta 60 W en reflectores para iluminación de espacios amplios o de las bóvedas de los cenotes.

○ **Iluminación de servicio en túneles y pasillos.**

Se iluminarán, de forma indirecta, todos los caminos con poca o nula luz natural utilizando tramos de tira led ocultos en cajillos debajo de los mismos caminos.

Se utilizarán dos tipos de tira led de acuerdo con dos casos específicos:

- Tira led en áreas secas:

La tira led tiene un grado de protección IP65 y su alimentación eléctrica es en 120 V, con una potencia de 10 W por metro.

- Tira led en áreas cercanas al agua:

Se usa tira led con grado de protección IP68 y su alimentación eléctrica es en 12 o 24 V, con una potencia de 10 W por metro.

En ambos casos, la tira led tiene una intensidad luminosa de entre 400 y 500 lumen, con una iluminación en color blanco cálido (temperatura de color de 3,000 K).



Figura II.15 Ejemplo de iluminación sobre pasillos.

- **Video Mapping (proyecciones sobre paredes y techo).**

Actividad multimedia de Luz y Sonido, que solo se llevará a cabo dentro del cenote “Tres Bocas”, al cual se podrá llegar por medio de canoas o por un camino seco perimetral.

Para llevar a cabo el video mapping, se instalarán recursos tecnológicos como proyectores laser con lámparas LED, bocinas con sonido especializado, iluminación subacuática, reflectores de luz y sensores de movimiento.

Adicionalmente, para lograr ciertos efectos especiales al interior del cenote se instalarán máquinas de humo seco y aspersores de agua.

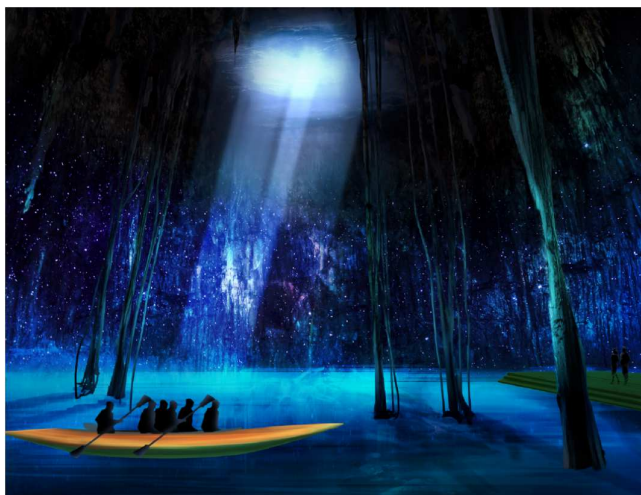


Figura II.16 Ejemplo de videomapping.

- **Sonido ambiental.**

Para brindar ambientación sonora y musicalización y lograr ambientes agradables y de complemento, se llevará a cabo la instalación de sistemas de reproducción de audio y equipos de ejecución que ofrecen una mejor experiencia a los visitantes. El sistema está diseñado para cubrir los cenotes tanto al interior como al exterior y se divide en sonido ambiental seco y sonido ambiental subacuático.

- **Sonido ambiental seco:**

Sistema compuesto por un circuito de altavoces con controladores ambientales compuestos de rango completo de 4.5". Cabe señalar, que se tiene un ruido máximo de 85 decibeles.

- **Sonido ambiental subacuático:**

Instalación de bocinas o altavoces de audio de bajo voltaje, que contarán con un sistema de amplificación y cableados externos e integradas en el interior de esculturas y elementos diversos, que reproducen una selección de música prehispánica y que solo pueden ser escuchados debajo de la superficie del agua.

- **Electricidad.**

Se construyó una red eléctrica diseñada y basada en las Normas Oficiales Mexicanas NOM-001-SEDE-2012, Norma Oficial Mexicana Instalaciones Eléctricas.

Todas las áreas serán alimentadas por un sistema 127 volts de 1 a 2 fases, 3 hilos y tierra a 60 Hertz, contará con reductores de voltaje para salida a 12 o 24 volts. El cual será suministrado por un transformador de la red general, por medio de distribución subterránea ya realizada a través de caminos y/o túneles de servicio.

A continuación, se presenta una tabla que muestra las ambientaciones por cada cuerpo de agua.

Capítulo II

Tabla II.3 Instalaciones de ambientación por cada cuerpo de agua.

CENOTE ZOPILOTES (cuerpo de agua natural)	CENOTE TRES BOCAS (cuerpo de agua natural)	CENOTE PUEBLO ESTALAGMITAS (cuerpo de agua natural)	CENOTE TRES LABIOS (cuerpo de agua natural)	CENOTE GUAYAS (cuerpo de agua natural)	CENOTE VAQUERÍA (cuerpo de agua natural)	CENOTE PASTIZALES (cuerpo de agua natural)	CENOTE EL PILÓN (cuerpo de agua natural)	KAYAKS (cuerpo de agua artificial)	TIROLESAS (cuerpo de agua artificial)	REHOLLADA (cuerpo de agua artificial)	AVIARIO (cuerpo de agua artificial)
SEÑALIZACIÓN	SEÑALIZACIÓN	SEÑALIZACIÓN	SEÑALIZACIÓN	SEÑALIZACIÓN	SEÑALIZACIÓN	SEÑALIZACIÓN	SEÑALIZACIÓN	SEÑALIZACIÓN	SEÑALIZACIÓN	SEÑALIZACIÓN	SEÑALIZACIÓN
DECORACIÓN MONUMENTAL EN SECO		DECORACIÓN MONUMENTAL SUBACUÁTICAS CON INYECCIÓN DE AIRE			DECORACIÓN MONUMENTAL EN SECO	DECORACIÓN MONUMENTAL EN SECO				DECORACIÓN MONUMENTAL EN SECO	DECORACIÓN MONUMENTAL EN SECO
ILUMINACIÓN SUBACUÁTICA, SECA Y DE SERVICIO	ILUMINACIÓN SUBACUÁTICA, SECA Y DE SERVICIO	ILUMINACIÓN SUBACUÁTICA, SECA Y DE SERVICIO	ILUMINACIÓN SUBACUÁTICA, SECA Y DE SERVICIO	ILUMINACIÓN SUBACUÁTICA, SECA Y DE SERVICIO	ILUMINACIÓN SUBACUÁTICA, SECA Y DE SERVICIO	ILUMINACIÓN SUBACUÁTICA, SECA Y DE SERVICIO	ILUMINACIÓN SUBACUÁTICA, SECA Y DE SERVICIO	ILUMINACIÓN SUBACUÁTICA, SECA Y DE SERVICIO	ILUMINACIÓN DE SERVICIO	ILUMINACIÓN DE SERVICIO	ILUMINACIÓN DE SERVICIO
SONIDO	SONIDO SECO Y SUBACUÁTICO	SONIDO SECO Y SUBACUÁTICO	SONIDO	SONIDO	SONIDO SECO Y SUBACUÁTICO	SONIDO	SONIDO	SONIDO	SONIDO	SONIDO	SONIDO
					PLATAFORMA VOLADA						
					PLATAFORMA FLOTANTE						
VOZ Y DATOS.	VOZ Y DATOS.	VOZ Y DATOS.	VOZ Y DATOS.	VOZ Y DATOS.	VOZ Y DATOS.	VOZ Y DATOS.	VOZ Y DATOS.	VOZ Y DATOS.	VOZ Y DATOS.	VOZ Y DATOS.	VOZ Y DATOS.
	VIDEO MAPPING	EFFECTO NIEBLA EN RAYO DE LUZ							AEREACIÓN DECORATIVA		AEREACIÓN DECORATIVA

II.2.1.2 Obras sancionadas.

1. Cenote y túnel tres Bocas.

Este Cenote, cuenta con un túnel que permite el acceso de los visitantes al interior de manera segura y cubierta. Para la contemplación y el descanso se tienen plataforma de contemplación/descanso y terrazas/ventanas de apreciación.

Para la ambientación y proyección de videomapping se incorporará audio, video e iluminación, subacuática y sobre los pasillos, puntos de toma fotográfica así como señalizaciones para indicaciones de los visitantes. Para enmarcar y ambientar las entradas al área del cenote se instalarán decoraciones monumentales (figuras animales, vegetales, humanas o representaciones de elementos prehispánicos) de diversos materiales

La energía eléctrica se suministrará a través de una corriente directa de cable marino conectada a una alimentación exterior por 110 volts en registros colocados en nichos ocultos, el cual llegará a un transformador situado en el exterior del cenote para evitar la sulfatación de estos. La instalación para suministrar la iluminación, voz, datos y video será a base de cable marino y se encontrará camuflajeada, sobrepuesta en las paredes del cenote, fijada por medio de cinchos o grapas barrenadas a las paredes del cenote.

Se implementarán unas estructuras ya sea nichos y/o en forma de espeleotemas camuflajeadas sujetas a través de grapas barrenadas en el techo o las paredes, con el fin de ocultar los proyectores y equipos.

En las bocas del cenote se colocarán en la parte exterior unas estructuras de 3 x 3 m que permitan controlar hacia el interior la iluminación, así como efectos especiales (humedad), y circuito cerrado de televisión.

Desde embarcaciones que acceden por el canal de kayacks, se podrá contemplar el videomapping, así como desde de la terraza de apreciación.

A continuación se presentan fotografías actuales del Cenote Tres Bocas, Túnel y andador o pasillo (se presentan en anexo digital).

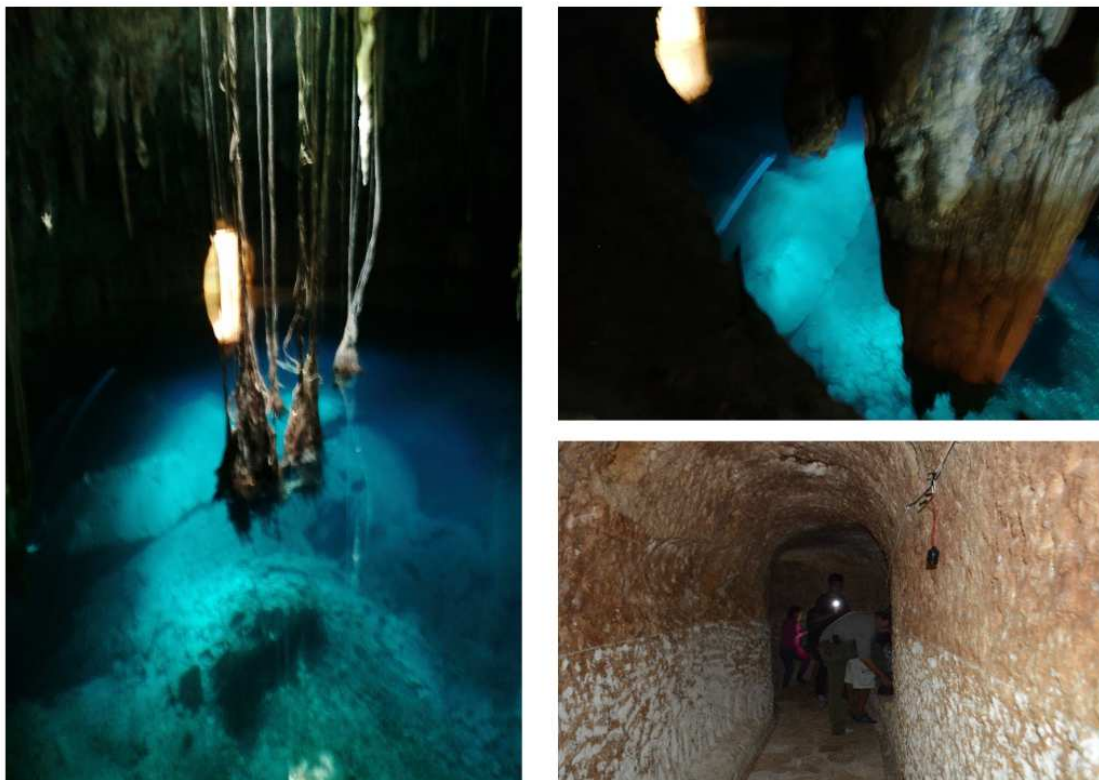


Figura II.17 Fotografías Cenote Tres bocas.

2. Área de Kayaks (andador y canal).

Cuerpo de agua artificial en forma de canal de navegación de dos sentidos, cuyo recurso hídrico se obtiene de una desviación del Cenote Tres Bocas, con el cual conecta. Tiene una profundidad entre los 4 y 6 m, y cuenta con plataformas de contemplación y descanso, rampas de acceso, escaleras, y en sus costados tiene pasillos abiertos (andadores) y techados, así como esculturas decorativas (figuras animales, vegetales, humanas o representaciones de elementos prehispánicos), y salidas de emergencia.

El área de Kayaks cuenta con una zona conocida también como embarcadero, destinado a la intercomunicación de visitantes que llegarán o para quienes concluirán una actividad. Cuenta con puntos de espera y comunicación visual a visitantes, escalinatas que

permiten el ascenso y descenso al área de canoas que fluye en un canal abierto y cerrado en toda su longitud con un ancho variable que va de los 4.00 a los 14.00 m.

Para la ambientación se tendrán instalaciones de video, audio e iluminación (subacuática y sobre los pasillos), y puntos de toma fotográfica.

A continuación se presentan fotografías actuales del sitio (se presentan en anexo digital)

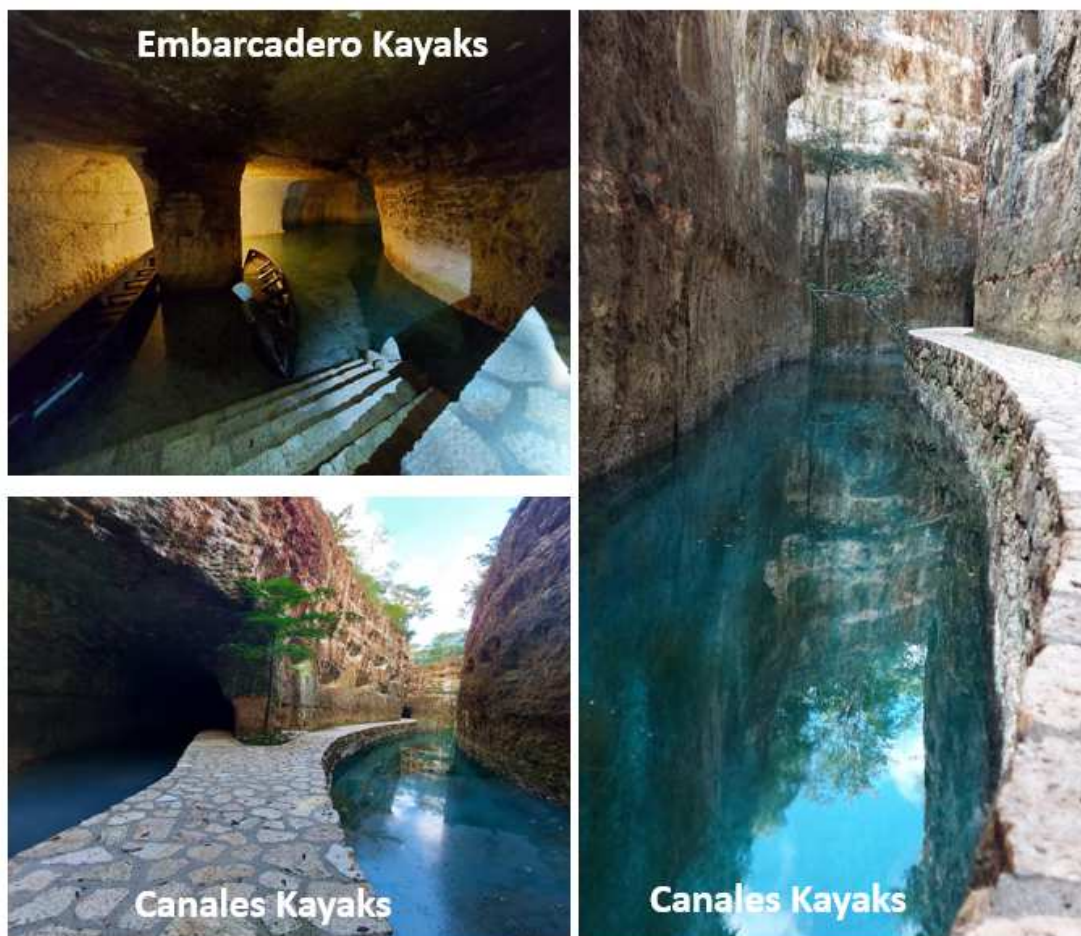


Figura II.18 Fotografías Zona de Kayaks.

3. Cenote Zopilotes (cenote, tienda, andador y área de agua tienda).

El área denomina Zopilotes, incluye la construcción de tienda-taquillas, áreas de espera, baños, andadores, senderos de piedra, zonas ambientadas con espejos de agua a los costados del sendero, y una palapa para chalecos, todo lo cual se encuentra

superficialmente alrededor del cuerpo de agua natural, denominado “Cenote Zopilotes”. Este cuerpo de agua natural cuenta con túneles, pasillo, ventanas y áreas de contemplación que se abrieron para permitir el acceso a los visitantes de manera segura y cubierta, así mismo cuenta con señalizaciones para indicaciones de los visitantes. Para acceder al interior del cenote se construyen rampas y escaleras forjadas en la misma área.

Para la ambientación se tendrán instalaciones de video, audio e iluminación (subacuática y sobre los pasillos), puntos de toma fotográfica, decoraciones monumentales de diversos materiales (figuras animales, vegetales, humanas o representaciones de elementos prehispánicos), que sirven para enmarcar y ambientar las entradas al cenote.

A continuación se muestran fotografías actuales del sitio (se presentan en anexo digital).



Figura II.19 Fotografías Zona Zopilotes.

En la parte externa del cenote Zopilotes, se incluye la construcción de una tienda-taquilla, áreas de espera, de servicios generales, oficinas, kioskos de servicio transporte, baños, andadores, senderos de piedra, zonas ambientadas con espejos de agua a los costados del sendero y una palapa para chalecos, todo lo cual se encuentra superficialmente alrededor del cuerpo de agua natural, tal como se muestra en las siguientes fotografías.



Figura II.20 Fotografía Tienda-Taquilla Zopilotes.

4. Área de tirolesas (incluye: pasillo de palmas, andador tirolesas, canal tirolesa y puente).

Canal artificial de agua el cual tiene una profundidad de 6.00 m aproximadamente, para el cual se realizó una excavación sobre el manto freático.

Sobre este canal se instaló un puente colgante y 4 tirolesas con hamacas suspendidas sobre un cable de acero inoxidable, con una longitud de 120.00 m a una altura de 8.00 m sobre el espejo de agua con una pendiente de 5.8%.

El área de tirolesas cuenta con plataformas, escaleras hacia cuerpo de agua, pasillos a los laterales, y un pasillo (pasillo palmas) que conduce al cuerpo de agua Cenote Pueblo Estalagmitas. Esta área estará acondicionada con iluminación, sonido ambiental, voz y datos, electricidad, puntos de toma fotográfica y sistema de aireación decorativa. El sistema de aireación será través de la recirculación de agua mediante 3 bombas distribuidas uniformemente a lo largo del cuerpo de agua, que además de decoración, brinda oxigenación al cuerpo de agua.

El Pasillo Palmas cuenta con piso de piedra, salida de emergencia con conexión a la parte del nivel del terreno mediante escaleras conformadas in situ y revestidas con piedra. Oquedades en paredes que sirven como jardineras. A continuación se presentan fotografías actuales de esta zona (se presenta en anexo digital).

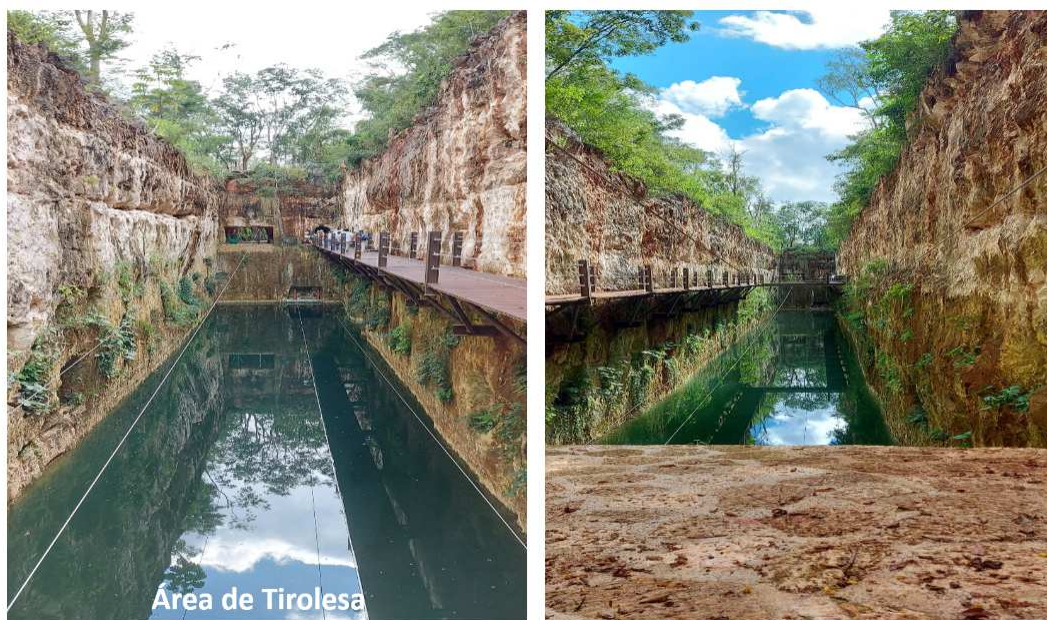


Figura II.21 Fotografías área de tirolesa y pasillo palmas.

5. Cenote Pueblo Estalagmitas y Túnel-Andador.

Como ya se ha mencionado, en el área de tirolesas se tiene un pasillo que conduce hacia el Cenote Pueblo Estalagmitas. Este pasillo se conecta con un túnel-andador, que fue aperturado con el fin de permitir el acceso a los visitantes de manera segura y cubierta.

Al interior del área del cenote Estalagmitas se construyó una plataforma de contemplación/descanso, delimitada por la misma formación de piedra, de forma

irregular y que está comunicada por túneles o pasillos con vista hacia áreas exteriores o hacia el cuerpo de agua. También se cuenta con vanos en muros de piedra excavada para apreciación y contemplación de las formaciones abiertas y cerradas dando oportunidad de introducir iluminación natural en cuerpos de agua abiertos.

Para acceder al cuerpo de agua se construyeron rampas y escaleras forjadas en la misma área.

Para la ambientación del cenote se cuenta con esculturas subacuáticas (figuras humanas), también se contará con sistema de audio, iluminación para la ambientación al interior del cuerpo de agua, un sistema de inyección de aire a través de las esculturas subacuáticas, un sistema de voz y datos, puntos de toma fotográfica, señalizaciones para indicaciones de los visitantes

En una sección del área de contemplación y descanso y/o del túnel de conexión se instalarán espacios para entrega y recepción del equipo de snorkel.

En las siguientes figuras se presentan fotografías actuales de este sitio (se presenta en anexo digital).

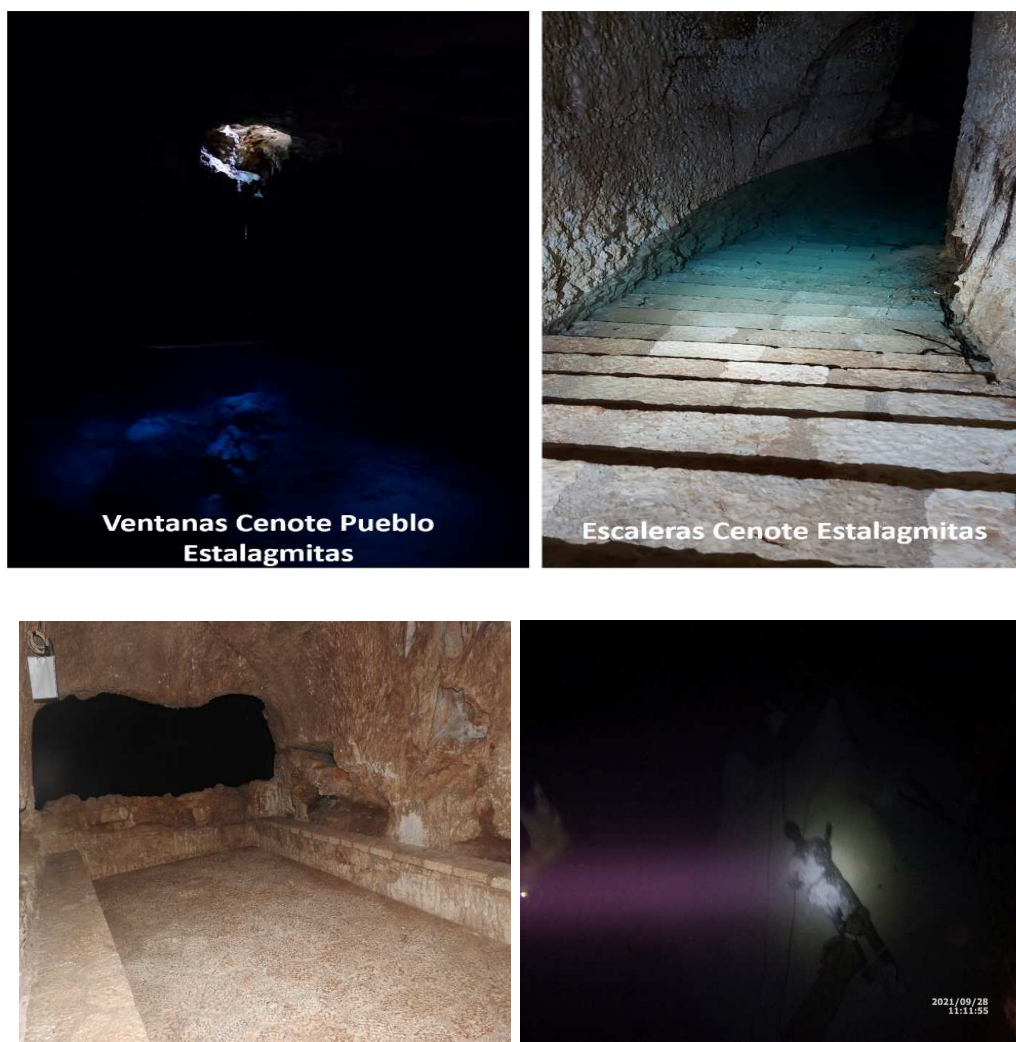


Figura II.22 Fotografías Pueblo Estalagmitas.

6. Cenote Tres Labios y Túnel-Andador.

En este Cenote se cuenta con un túnel que fue aperturado y pasillo para permitir el acceso a los visitantes de manera segura y cubierta. Cuenta con oquedades realizadas en la parte superior del cenote, con el objeto de darle vista y alumbramiento al interior del mismo.

En este cenote se implementaron túneles y pasillos, plataforma y ventanas de contemplación/descanso para poder observar hacia el cuerpo de agua, y para permitir el

descenso de los visitantes al cuerpo de agua se construyeron rampas y escaleras forjadas en la misma área.

Para la ambientación el cenote contará con audio e iluminación (subacuática y sobre los pasillos), puntos de toma fotográfica, sistema de voz y datos, y electricidad, incorporándose además un efecto niebla en rayo de luz. Este efecto, es un término general referido a la suspensión de partículas pequeñas producto de evaporación natural amplificadas por un rayo de luz, el cual consta de una lámpara de luz fría de 6,000 lúmenes de intensidad, instalada en el techo de la caverna y encendida cuando haya visitantes en el sitio. Las inyecciones de vapor serán únicamente en horarios en el que no se presente el fenómeno natural durante los recorridos de visitantes.

El uso de energía eléctrica será a través de una corriente directa de cable marino conectada a una alimentación exterior por 110 volts en registros colocados en nichos ocultos, el cual llegará a un transformador situado en el exterior del cenote para evitar la sulfatación de estos.

A continuación se presentan fotografías del sitio (se presentan en anexo digital).



Figura II.23 Fotografías Cenote Tres Labios.

7. Área Rehollada (pasillos y cascada).

Del cenote Tres Labios, mediante túneles se llega a la zona denominada “Rehollada”, cuerpo de agua artificial formado mediante la excavación al manto freático para la exposición del agua. La Rehollada cuenta con pasillos y túneles para permitir el tránsito de los visitantes, así como plataforma, terrazas/ventanas para apreciación visual,

dejando una isleta al centro con vegetación natural y con plantas ornamentales, tales como buganvillas.

Contará con una cascada artificial en la albarrada de piedra, la cual caerá sobre el mismo al cuerpo de agua para proporcionarle oxigenación ayudando además a la circulación del agua. Contará con decoraciones monumentales (figuras animales, vegetales, humanas o representaciones de elementos prehispánicos) de diversos materiales para enmarcar y ambientar las entradas al cuerpo de agua.

Para ambientación se incorporará puntos de toma fotográfica, sistema de voz y datos e iluminación. A continuación se presentan fotografías del sitio (se presentan en anexo digital).



Figura II.24 Fotografías Rehollada.

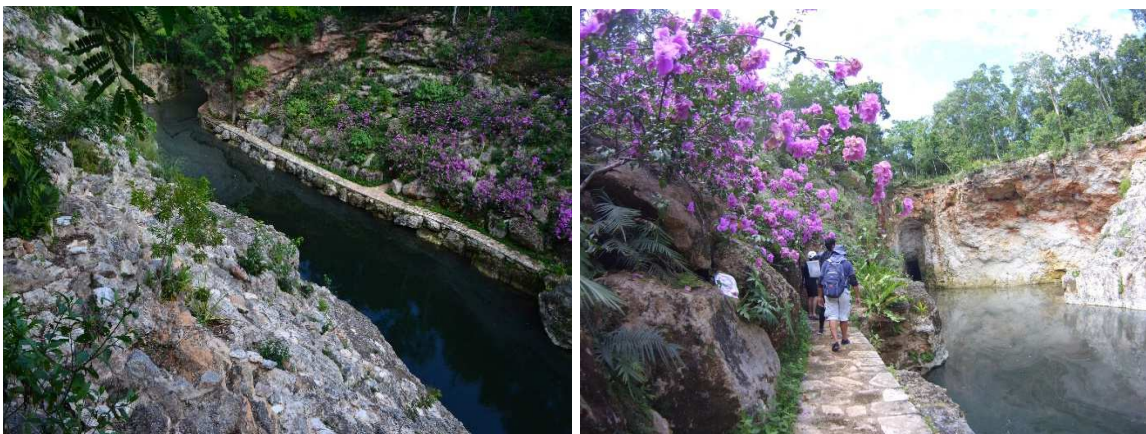


Figura II.25 Fotografías Rehollada (vegetación).

8. Cenote Guayas y Túnel.

Para acceder al cenote se apertura un túnel que permite el acceso a los visitantes de manera segura y cubierta, mediante un pasillo. Se cuenta con túneles y pasillos techados, plataformas de descanso y ventanas de contemplación.

Para permitir el descenso al cuerpo de agua se construyeron rampas y escaleras forjadas en la misma área.

Para la ambientación, se cuenta con decoraciones monumentales (secas) de diversos materiales (figuras animales, vegetales, humanas o representaciones de elementos prehispánicos) para enmarcar y ambientar las entradas,

Se contará con audio e iluminación (subacuática y sobre los pasillos), puntos de toma fotográfica, sistema de voz y datos, y electricidad para la ambientación al interior del cuerpo de agua, señalizaciones para indicaciones de los visitantes.

A continuación se presentan fotografías del sitio (se presentan en anexo digital).



Figura II.26 Fotografías Cenote Guayas.

9. Cenote Vaquerías y Túnel.

Las modificaciones realizadas en este Cenote permitieron aperturar un túnel para el acceso de los visitantes y área de buffet de manera segura y cubierta. El Cenote cuenta con terrazas/ventanas de apreciación, además de una plataforma volada construida que no tiene contacto con el agua del cenote, pero su cercanía permite apreciar de mejor manera las formaciones superficiales y profundas del cuerpo de agua; será un área para comensales de forma segura. Esta plataforma está conectada a áreas de pasillos principales que comunican a superficie.

La ambientación incluirá decoraciones monumentales (secas) de diversos materiales (figuras animales, vegetales, humanas o representaciones de elementos prehispánicos) para enmarcar y ambientar las entradas,

En el interior del Cenote se incorporará para espectáculos una plataforma flotante de acero galvanizado de 12x8 m aproximadamente, conformada por un sistema de flotación tipo catamarán de fibra de vidrio. También se incorporará al cenote sistema de video, audio e iluminación (subacuática y sobre los pasillos), puntos de toma fotográfica, decoraciones monumentales (figuras animales, vegetales, humanas o representaciones de elementos prehispánicos) de diversos materiales, y señalizaciones para indicaciones de los visitantes. Para la ambientación se instalará un sistema de efecto niebla en rayo de luz, y un sistema de acondicionamiento de aire mediante la perforación de oquedades (tipo respiradero) distribuidas estratégicamente en la zona de comensales y buffet para ventilación a través de inyección/extracción de aire desde el exterior por medio de ventiladores, estos contarán con un pretil sellado y bota aguas a base de lámina alrededor para evitar filtraciones de agua.

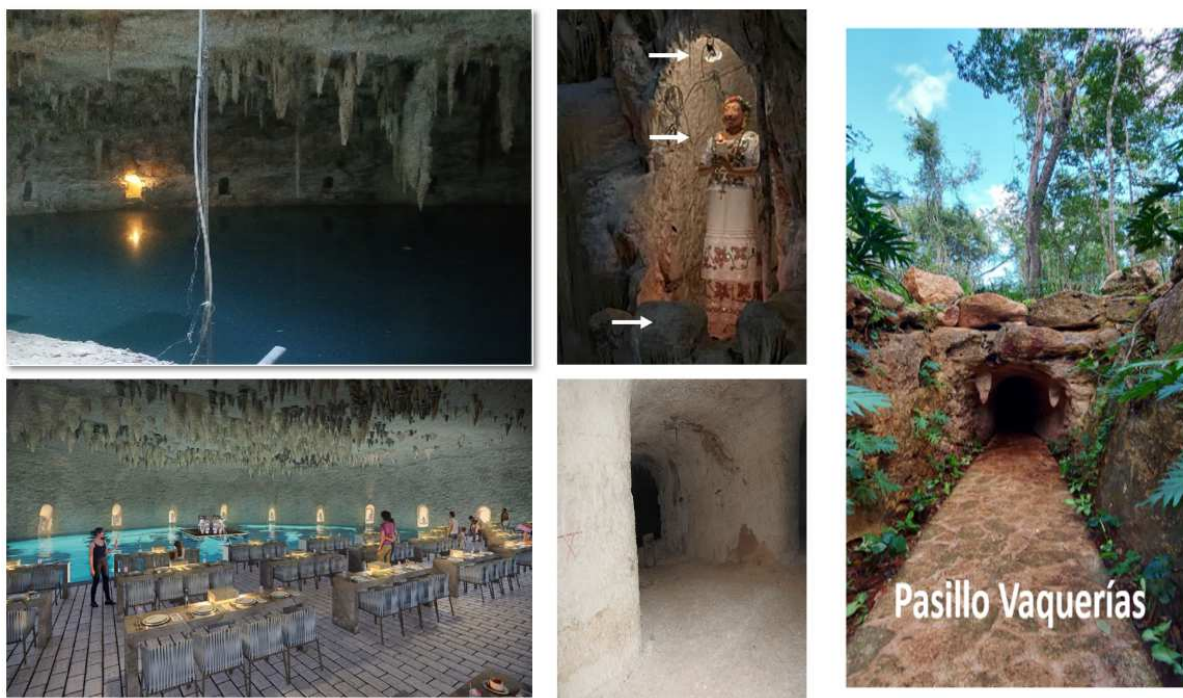


Figura II.27 Fotografías Cenote Vaquerías

10. Cenote Pastizales y Túnel.

El Cenote Pastizales también cuenta con túnel aperturado para permitir el acceso a los visitantes de manera segura y cubierta, así como con terrazas/ventanas de apreciación, plataforma de descanso y contemplación para vista hacia áreas exteriores o hacia el cuerpo de agua, túneles y pasillo, escaleras y rampas de acceso, señalización.

La ambientación incluye esculturas monumentales decorativas. Así mismo, se colocará un sistema de iluminación en túneles y pasillos, puntos de toma fotográfica, sonido ambiental, voz y datos, y electricidad. A continuación se presentan fotografías del sitio (se presenta en anexo digital).



Figura II.28 Fotografías Cenote Pastizales.

11. Aviario

La zona de aviario es un cuerpo de agua artificial, es estructura de paredes rocosa y para acceder a la zona se construyeron dos túneles para el tránsito de los visitantes de manera segura y cubierta, mediante uno de ellos se tiene acceso al cañón. Cuenta con pasillos abiertos y un puente colgante (estructura metálica con eco tablas soportado por cables de acero inoxidable de 7/8" de diámetro para sostener las ecotablas y barandales de alambre acerado). En una parte al interior de esta zona se realizó una excavación para el afloramiento del manto freático y construir un cuerpo de agua artificial para las aves que se mantendrán en esta zona.

Para la ambientación se instalará un sistema de iluminación, sonido ambiental, voz y datos, electricidad, puntos de toma fotográfica y dos esculturas decorativas denominadas nido y alas con las siguientes características:

Nido: Elemento de ambientación al interior del aviario, instalado sobre una plataforma volada conformada con perfiles de acero empotrados a la pared de la caverna, las dimensiones del nido son de 2.5 m de alto por 3.5 m de ancho. La base de la construcción del nido será con estructura de acero (alambrón y varilla) reforzándose con perfil de acero rolado para rigidizar la estructura y fijarla a la plataforma volada. El acabado para la apariencia de nido natural será con troncos de madera dura reciclada rústica, bejucos naturales y/o sintéticos y sogas de henequén, el revestimiento será de manera manual artesanal en sitio.

Alas: Pieza escultórica prefabricada e instalada en sitio sobre una plataforma volada a 3.00 m del borde de la boca del cenote junto al andador de circulación perimetral, la plataforma es de acero y/o concreto empotrada y soportada con pilares en la roca de la cavidad del borde y con anclaje de cimentación colada por debajo del andador. La pieza en conjunto tiene dimensiones aproximadas de 6 x 3 m. Están construidas con una estructura de acero (alambrón y varilla) recubiertas de concreto, revestidas con lajas de granito y piedra caliza.

A continuación se presentan fotografías del sitio (se presenta en anexo digital).



Figura II.29 Fotografías zona de Aviario

12. Cenote Pilón y Túnel Cañón.

El túnel cañón conecta en sus extremos con el túnel aviario y el túnel de cenote Zopilotes y pasillo kayaks. El acabado en pisos será con piedra junteada, y se contará con pozos pluviales para evitar inundaciones.

Al Cenote Pilón se llega mediante el túnel cañón que permita el acceso a los visitantes de manera segura y por pasillos abiertos.

Sobre el cuerpo de agua se instalará puente colgante (estructura metálica con eco tablas soportado por cables de acero inoxidable de 7/8" de diámetro para sostener las eco tablas y un puente fijo que está desplantado sobre apoyos de estructura de acero fijada a los muros de piedra labrada), y para acceder al cuerpo de agua se instalarán rampas y escaleras.

Para la ambientación se instalará sistema de video, audio, iluminación (subacuático y sobre los pasillos), puntos de toma fotográfica, y señalizaciones para indicaciones de los visitantes. A continuación se presentan fotografías del sitio (se presenta en anexo digital).

En el perímetro se cuenta con un muro de piedra caliza tipo albarrada de hasta 20.00 m de altura.



Figura II.30 Fotografías Cenote el pilón y Túnel cañón.

13. Túnel respiradero (observado como parte del recorrido de PROFEPA, pero no sancionado).

La configuración del túnel-andador del Pueblo Estalagmitas, conduce a otro túnel denominado “respiradero”, el cual se trata de una excavación de laja calcárea (ver imagen) que tiene como objeto la interconexión para dar oxigenación o respiración de los túneles interconectados del cenote Pueblo Estalagmitas y el cenote Tres Labios. Contará con puntos de toma fotográfica.

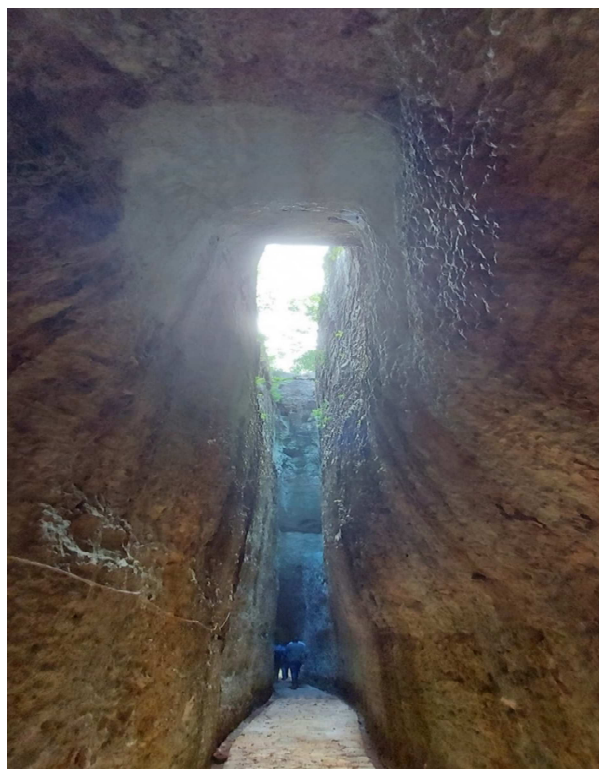


Figura II.31 Fotografía actual Túnel Respirador.

Adicional a las obras antes descritas, que fueron observadas y sancionadas por la PROFEPA, la operación del proyecto requiere de las siguientes obras que forman parte del proyecto.

14. Pueblo Maya.

En esta zona se construyeron casas típicas maya las cuales, a través de un andador central, se comunican con cada una de ellas. Se desplantaron en un basamento de piedra de la región con muros de bahareque, piedra, carrizo, block y acabado con embarre de zacate, cubiertas de palma con viguería de madera. Cuentan con instalación eléctrica para uso de actividades específicas en cada espacio, con áreas de baños y caminos de servicio por donde circulan vehículos, y un área de tienda hecha con losa con embarre. Se instalará sistema de video, audio, iluminación, puntos de toma fotográfica, y señalizaciones para indicaciones de los visitantes. A continuación, se presentan fotografías del sitio (se presentan en anexo digital).



Figura II.32 Fotografías pueblo maya.

15. Armón.

Haciendo referencia a los antiguos sistemas de movilidad para haciendas de henequén, se desarrolla una estación de armón de doble vía, la cual se encuentra en un nivel de -18 m debajo del nivel de terreno superficial. El armón es trasladado por la propia energía dinámica de las personas. El área considera una sección del armón y caminos de servicios a nivel superficial, tal como se muestra en las siguientes fotografías (se presentan en anexo digital).



Figura II.33 Fotografías zona de Armón

16. Área de capilla.

Espacio de contemplación y dedicado a la oración, se encuentra por debajo del nivel superficial a 18 m de profundidad, labrada totalmente en su interior contará con espacios de ábside, altar, nichos para imágenes, graderío, pila bautismal, una cúpula de estructura metálica y cancelería anti huracán que permitirá el paso de iluminación a la zona del altar y ábside, un espejo de agua al interior, en un nivel superior un área de coro y pasillos que comunican a otros espacios, en el acceso se tendrá un atrio y campanario y un espejo de agua que se distribuirá al interior de la capilla mediante pozas de filtración; como conector de la iglesia con aviario se desarrollará un recorrido de pozas con piedra de la región y montículos de piedra del mismo terreno. A continuación, se presentan fotografías del sitio (se presenta en anexo).



Figura II.34 Fotografías área de capilla.

17. Caminos de acceso e internos.

Para poder acceder y tener circulación al interior del proyecto, se llevó a cabo la adecuación de caminos con un ancho variable, constituidos en su mayoría con material sascab, solo el camino de acceso principal se construyó con carpeta asfáltica. Para su construcción se llevó a cabo la remoción de vegetación y la conformación del terreno, a continuación, se presenta fotografías de los caminos construidos (se presentan en anexo digital).



Caminos de circulación interna

Caminos de acceso principal

Figura II.35 Fotografías de los caminos de circulación.

II.2.1.3 Obras nuevas

1. Camino.

Se llevará a cabo la construcción de un camino que permita el tránsito peatonal y vehicular en la zona del proyecto, y que además sirva de brecha corta fuego en una de las colindancias del predio. El camino tendrá una longitud aproximada de 900.00 m y un ancho de 12.50 m, y se construirá con un acabado asfaltado, adocreto permeable o bien solo como plataforma de sascab. El área requiere retiro de vegetación.



Figura II.36 Fotografía del área de camino nuevo.

2. Antena.

Se instalará una torre de radiocomunicaciones arriostrada o atirantada, con cuarto de comunicaciones para servicio y operación de la misma, tal como se muestra en la siguiente imagen. Esta área no requiere retiro de vegetación.

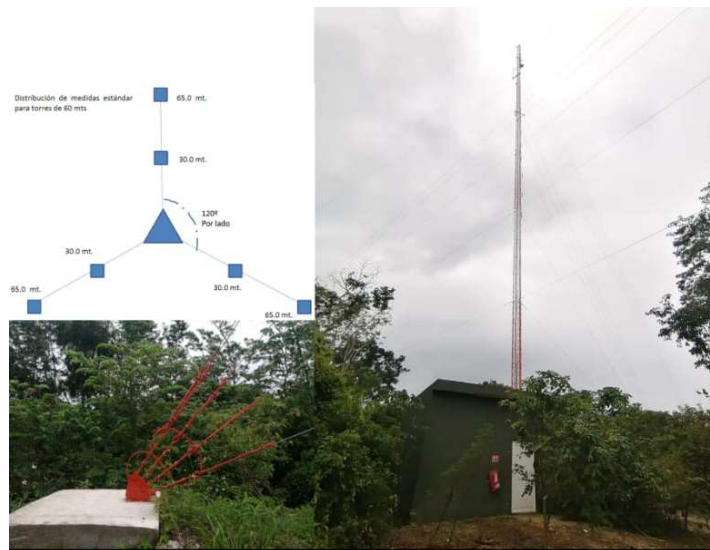


Figura II.37 Ejemplo Torre de telecomunicaciones.





3. Baños Rehollada.

Para brindar servicio a los usuarios, se construirá dos módulos de baños compuestos por 2 palapas, servicios separados para hombres y mujeres, con sus respectivas instalaciones hidrosanitarias.

II.2.2. Programa General de Trabajo.

Considerando que las obras y actividades ya fueron ejecutadas, solamente aplicarían las etapas de operación y mantenimiento de las obras sancionadas por PROFEPA que iniciarán una vez obtenida la autorización correspondiente para su operación, y en el caso de las nuevas obras (camino, antena y baños) se consideran todas sus etapas de desarrollo, por lo que se presenta a continuación el cronograma correspondiente. En ambos casos (obras ya realizadas y obras nuevas), se considera una vida útil de 100 años.

Tabla II.4 Cronograma de trabajo.

OBRA	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6 AL 100
Antena. Preparación y construcción						
Baños Rehollada. Preparación y construcción						
Camino. Preparación y construcción						
Operación y mantenimiento						

II.2.3. Preparación del sitio.

Las actividades que se llevarán a cabo como parte del desarrollo de las nuevas obras serán las siguientes:

1. Se trazarán las áreas correspondientes.
2. Se realizará la remoción de la vegetación, solo en el área del camino.
3. Se realizará el despalme y limpieza de las áreas a ocupar.

II.2.4. Obras provisionales.

Por las características y dimensiones de las obras nuevas, se utilizará como obras temporales las bodegas y patios que ya existen en el sitio para resguardar la herramienta y equipo, evitando así utilizar áreas adicionales, previendo además utilizar el polígono del camino a construir para colocar, en su caso, material pétreo.

II.2.5. Construcción.

a) Camino (obra nueva)

Una vez limpio el sitio y retirada la capa vegetal, se continuará con una excavación en caja de aproximadamente 20 cm de profundidad, para posteriormente colocar material pétreo triturado para brindar mayor estabilidad al cuerpo del camino, finalmente será revestido con un acabado asfaltado, adocreto permeable o bien solo como plataforma de sascab.

b) Antena

La antena será una torre de estructura liviana de 60.00 m de altura, sujeta mediante cables de acero que estarán anclado a los dados de cimentación.

Los dados de cimentación serán cubos de concreto armado, que estarán enterrados al terreno natural, los cuales tendrán un ancla para sujeción del cable de acero, similar a lo que se muestra en la siguiente imagen.

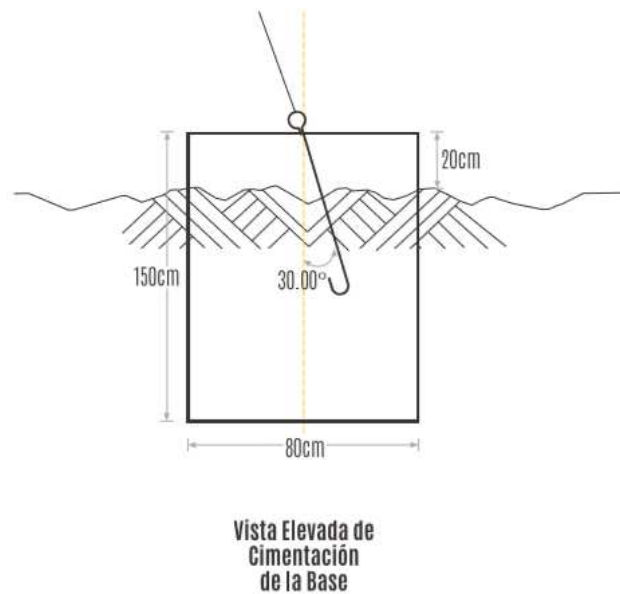


Figura II.38 Ejemplo de dado de cimentación para antena arriostrada.

Fuente: tomada de internet como referencia.

También, como parte fundamental para la operación de la antena, se construirá un cuarto de comunicaciones edificado con blocks prefabricados de cemento, elementos estructurales (columnas y trabes) de concreto reforzado, y una loza maciza de concreto reforzado, toda esta estructura cimentada sobre una trabe corrida de cimentación.

c) Baños Rehollada.

Los baños serán dos módulos con 4 wc para cada módulo, construidos con una estructura de concreto, vigería de madera y cubierta de palma, muros divisorios de block revestidos de piedra de la región. Estos baños se construirán a una distancia mayor a los 75.00 m (respetando la distancia mínima permitida de acuerdo al Reglamento de la Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán en Materia de Cenotes, Cuevas y Grutas) respecto al cenote. El sistema sanitario se conectará con la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), con la que cuenta la zona del proyecto.

II.2.6. Operación y Mantenimiento.

Una vez que el proyecto entre en operación, se estima que se opere de forma continua en un horario de 9:00 a 18:00 horas, es decir 9 horas por día. La siguiente tabla (se presenta en anexo digital) muestra las actividades a realizar, como parte de la etapa operativa del proyecto de las obras sancionadas.

Las actividades al interior de los cuerpos de agua serán supervisadas en todo momento por personal capacitado.

Capítulo II

Tabla II.5 Actividades de operación obras sancionadas

CENOTE ZOPILOTES (cuerpo de agua natural)	CENOTE TRES BOCAS (cuerpo de agua natural)	CENOTE PUEBLO ESTALAGMITAS (cuerpo de agua natural)	CENOTE TRES LABIOS (cuerpo de agua natural)	CENOTE GUAYAS (cuerpo de agua natural)	CENOTE VAQUERÍA (cuerpo de agua natural)	CENOTE PASTIZALES (cuerpo de agua natural)	CENOTE EL PILÓN (cuerpo de agua natural)	KAYAKS (cuerpo de agua artificial)	TIROLESAS (cuerpo de agua artificial)	REHOLLADA (cuerpo de agua artificial)	AVIARIO (cuerpo de agua artificial)	CAÑÓN SECO
Nado	Nado	Nado	Nado	Nado	Nado		Nado	Nado	Nado	Nado		
	SNORKEL	SNORKEL	SNORKEL				SNORKEL					
	Buceo Controlado	Buceo	Buceo				Buceo Controlado-					
	SNUBA	SNUBA	SNUBA				SNUBA-					
Contemplación	Contemplación	Contemplación	Contemplación	Contemplación	Contemplación	Contemplación	Contemplación	Contemplación	Contemplación	Contemplación	Contemplación	Contemplación
Caminata	Caminata	Caminata	Caminata	Caminata	Caminata	Caminata	Caminata	Caminata	Caminata	Caminata	Caminata	Caminata
	Navegación en balsas				Navegación en balsas			Navegación en balsas				
					Consumo de alimentos							
					Conservación de alimentos							
	Espectáculo				Espectáculo en Vivo					Espectáculo		
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Clavados	Clavados	Clavados		Clavados				Clavados	Clavados		
Fotografía	Fotografía	Fotografía	Fotografía	Fotografía	Fotografía	Fotografía	Fotografía	Fotografía	Fotografía	Fotografía	Fotografía	Fotografía
											AVIARIO	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			Navegación En Flotadores							Navegación En Flotadores		
									Tirolesa			
Ambientación	Ambientación	Ambientación	Ambientación	Ambientación	Ambientación	Ambientación	Ambientación	Ambientación	Ambientación	Ambientación	Ambientación	Ambientación

Cabe señalar, que el aforo de visitantes para los cuerpos de agua natural (cenotes) que tengan interacción directa con los usuarios con actividades como: nado, clavados, snorkel, etcétera, será en grupos programados de máximo 30 personas.

En lo que concierne al mantenimiento de las obras sancionadas, este se llevará principalmente a los pasillos, puentes y los cuerpos de aguas naturales y artificiales.

Mantenimiento a pasillos, plataformas fijas y móviles, así como áreas de contemplación.

Se limpiarán diariamente todos los elementos que conforman en el circuito subterráneo, tal como pasillo, plataformas fijas y móviles, así como áreas de contemplación. Se coleccionará, separará y dispondrá adecuadamente los residuos generados.

Mantenimiento a puentes.

Los puentes se inspeccionarán cada inicio de semana, verificando la correcta posición de los elementos instalados (cables de acero, nudos de acero, anclas de acero, vigas IPR, ecotablas, redes laterales).

El mantenimiento de los puentes colgantes se realizará cada mes limpiando con cepillo de alambre los cables, nudos, anclas, verificando la correcta posición de la red. Se pintarán los elementos férricos que lo requieran. Trascorrido el tiempo y cuando sea necesario, se reemplazarán todos aquellos elementos que la prueba de seguridad indique que es necesario un recambio.

Mantenimiento a cuerpos de agua

El mantenimiento permitirá mantener los cuerpos de agua libres de basura, elementos extraños o ajenos a éstos, con la finalidad de poder conservarlos adecuadamente y aprovechar su uso o disfrute de forma segura, para lo cual, previo a la apertura de las actividades, se realizará por lo menos un recorrido diario de los cuerpos de agua con el objetivo de garantizar la seguridad, imagen y conservación adecuada de éstos. Igualmente se realizará un recorrido final y visual de cada cuerpo de agua al cierre de la

operación diaria del proyecto, para garantizar un estándar de conservación diario en aspectos ecológicos, operativos y de seguridad.

En particular, se llevarán a cabo las siguientes actividades:

- A. Supervisión diaria previa a la apertura por parte de los guardavidas asignados a cada zona para detectar elementos flotantes no pertenecientes o de mala imagen para el cuerpo de agua.
- B. Se realizará recorrido en kayak sobre la superficie total de los cuerpos de agua. En este recorrido, se impulsa toda hoja seca o elemento flotante hacia las orillas para facilitar su recolección o barrido con red y extensor. En este mismo recorrido, se revisará la estructura de las paredes laterales en la zona confirmando que no existe ningún posible desprendimiento de material hacia el cuerpo de agua, así como verificar la no presencia de fauna que pueda generar un riesgo en el lugar.
- C. En caso de detectar elementos no naturales que se hayan depositado en el fondo del cenote, se realizarán inmersiones con equipo scuba para la recuperación de los objetos y disponerlos, o manejarlos, de acuerdo al tipo de objeto.
- D. En el caso de detectar elementos grandes o voluminosos de vegetación, se solicitará apoyo del área de ambientación y jardinería para extraer dichos elementos mediante una balsa de mayor capacidad de flotación que pueda contener la carga para disponerla en sitio destinado para ello.
- E. En caso de que exista acumulación de materia orgánica en el fondo del cuerpo de agua, se realizará una succión a través de bombas eléctricas de succión de lodos, con la finalidad de mantener las condiciones adecuadas para el cuerpo de agua. Los lodos se dispondrán en zona de composta, puestos a secar para su utilización en la jardinería del proyecto.
- F. Garantizar que la superficie total de cada cuerpo de agua se encuentra libre de elementos y confirmar a la jefatura de actividades recreativas que la actividad o área puede abrir a operación.

Al día siguiente, y previo a cada operación, se repetirá el ciclo anteriormente citado.

Con respecto a las obras nuevas (antena y camino) estas entrarán en operación, cumpliendo el fin para lo que fueron diseñadas.

II.2.7. Etapa de abandono del sitio.

La vida útil del proyecto será de al menos 100 años; no obstante, no se tiene previsto el abandono del sitio o del proyecto, por lo que se le dará un mantenimiento continuo y adecuado, con el fin de prevenir impactos ambientales significativos al ambiente.

Si por algún evento se provocará el abandono del sitio, o bien se previera que algunas o todas obras del proyecto hayan rebasado su vida útil, y no existan posibilidades para su renovación, esta situación será notificada a la autoridad, en un plazo no menor de tres meses antes a que ocurra el desmantelamiento y/o demolición, anexando a dicha notificación un "Programa de restauración" describiendo las actividades tendientes a la restauración del sitio, y a la demolición, retiro y/o uso alternativo de la(s) construcción(es) llevadas a cabo.

II.2.8. Residuos

Durante las etapas de preparación de sitio, construcción y operación del proyecto se generarán diversos tipos de residuos (peligrosos, no peligrosos y de manejo especial), y que para el manejo de estos, se realiza lo siguiente.

a) Residuos sólidos.

Los residuos sólidos se recolectan en los diferentes puntos de acopio del parque y son llevados al Centro de acopio donde se separan, clasifican y acopian los diferentes materiales susceptibles de ser reciclados para su entrega a compañía recicladora. Los residuos que no son susceptibles de ser reciclados se envían al basurero municipal.

Los residuos orgánicos son composteados para su posterior utilización en las labores de jardinería del Parque.

b) Residuos líquidos.

Las aguas residuales serán enviadas a las plantas de tratamiento dentro del mismo proyecto, las aguas tratadas serán utilizadas para riego de las áreas verdes y lo restante se inyectará a pozos. Para la disposición de aguas tratadas se ha ingresado solicitud de permiso a la Comisión Nacional del Agua (Anexos).

c) Residuos peligrosos.

Los residuos peligrosos tal como estopas impregnadas de solventes, y cualquier otro residuo identificado como peligroso generado como parte del mantenimiento de las obras, se acopiará temporalmente en el almacén de residuos peligrosos con que cuenta el proyecto, para su posterior disposición final a través de prestador de servicios autorizado por las autoridades correspondientes.

d) Emisiones a la atmósfera.

Durante la operación de las obras y actividades no se prevé emisiones a la atmósfera.

d) Generación de ruido.

Durante la etapa de operación y mantenimiento de las obras y actividades del proyecto no se prevén acciones que puedan rebasar los límites permisibles establecidos en el punto 5.4 de la Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994, es decir, de 68 dB(A) durante un horario comprendido entre las 6:00 y 22:00 horas y de 65 dB(A) durante las 22:00 a 6:00 horas. En los casos particulares donde se lleven a cabo espectáculos, se respetará el límite máximo permisible de 100 dB(A) 4 horas máximo al día.

Capítulo III

MIA-P

“DESARROLLO ECOTURISTICO XIBALBÁ, OBRAS ADICIONALES”

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



Contenido

III. VINCULACION CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACION SOBRE USO DEL SUELO.....	6
III.1 INTRODUCCIÓN.....	6
III.2 ANTECEDENTES	9
III.3 CONSIDERACIONES	13
III.4 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM)	14
III.5 Leyes y Reglamentos Federales	16
III.5.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.....	18
III.5.2. Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental	21
III.5.3. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.....	24
III.5.4. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.....	27
III.5.5. Ley General de Cambio Climático	29
III.5.6. Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en Materia de Registro Nacional de Emisiones.....	30
III.5.7. Ley de Aguas Nacionales	31
III.5.8. Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales	33
III.5.9. Ley General de Vida Silvestre	35
III.5.10. Ley General de Bienes Nacionales	36
III.5.11. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable	38
III.5.12. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable	39

III.5.13. Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticos e Históricas	41
III.6 Normas Oficiales Mexicanas	41
III.7 Programas de Ordenamiento Ecológico.....	45
III.7.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio	45
III.7.2. Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán (POETY).....	53
III.8 Instrumentos de Planeación	71
III.8.1. Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024	72
III.8.2. Plan Estatal de Desarrollo de Yucatán 2018-2024	74
III.8.3. Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021 del Municipio de Valladolid, Yucatán. 77	
III.9 Áreas Naturales Protegidas.....	79
III.9.1. Áreas Naturales Protegidas de jurisdicción Federal	80
III.9.2. Áreas Naturales Protegidas de jurisdicción Estatal	81
III.9.3. Áreas Naturales Protegidas de jurisdicción Municipal	82
III.10 Sitios RAMSAR	83

Tablas y figuras

Tabla III.1. Obras y actividades autorizadas a nivel Estatal para Xibalbá 1.	11
Tabla III.2. Obras y actividades autorizadas en modificación para Xibalbá 1 por el Estado.	12
Tabla III.3. Vinculación del proyecto con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.....	18

Tabla III.4. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.....	21
Tabla III.5. Vinculación del proyecto con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.	24
Tabla III.6. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.	28
Tabla III.7. Vinculación del proyecto con la Ley General de Cambio Climático.....	29
Tabla III.8. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en Materia de Registro Nacional de Emisiones.	30
Tabla III.9. Vinculación del proyecto con la Ley de Aguas Nacionales.....	31
Tabla III.10. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales.	34
Tabla III.11. Vinculación del proyecto con la Ley General de Vida Silvestre.	35
Tabla III.12. Vinculación del proyecto con la Ley General de Bienes Nacionales.	37
Tabla III.13. Vinculación del proyecto con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.....	38
Tabla III.14. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.....	40
Tabla III.15. Vinculación del proyecto con la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticos e Históricos.	41
Tabla III.16. Vinculación del proyecto con respecto a la Normatividad ambiental aplicable.	42
Tabla III.17. Unidad Ambiental Biofísica aplicable al proyecto.	46
Tabla III.18. Vinculación del proyecto con las estrategias del POEGT aplicables a la UAB 62.	48
Tabla III.19. Unidad de Gestión Ambiental del POETY aplicable al proyecto.....	55
Tabla III.20. Vinculación del proyecto con los Lineamientos Generales del POETY.	55

Tabla III.21. Vinculación del proyecto con los criterios y recomendaciones por política aplicables a la UGA 1.2L del POETY.	62
Tabla III.22. Vinculación del proyecto con los objetivos específicos del Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021.	78
Figura III.1. Autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción.	10
Figura III.2. Ubicación del proyecto con relación al Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.	47
Figura III.3. Ubicación del Proyecto con relación al POETY.	54
Figura III.4. Ubicación del proyecto con relación al ANP Federal más cercana al mismo.	80
Figura III.5. Ubicación del proyecto con relación al ANP Estatal más cercana al mismo.	81
Figura III.6. Ubicación del proyecto con relación al ANP Municipal más cercana al proyecto.	82
Figura III.7. Ubicación del proyecto con respecto al Sitio Ramsar más cercano.	83

III.VINCULACION CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACION SOBRE USO DEL SUELO.

III.1 INTRODUCCIÓN

El proceso de Evaluación del Impacto Ambiental se lleva a través de la presentación de una Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), la cual se define conforme a la fracción XXI del artículo 3° de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente como: *“El documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo”.*

Asimismo, el artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), establece que la evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, quienes pretendan llevar a cabo algunas de las obras señaladas en dicho artículo, requerirán previamente de autorización en materia de impacto ambiental.

Con fecha 01 de junio del 2009, se expidieron los Lineamientos para los casos en que se realicen obras y actividades sin contar con autorización de impacto ambiental, o que contando con autorización, se lleven a cabo obras y actividades no contempladas en la misma (en lo sucesivo Lineamientos).

Dentro de dichos lineamientos se prevé en sus Considerandos que las obras que se llevaron a cabo sin contar con autorización de impacto ambiental, requieren el estricto cumplimiento de las obligaciones que se derivan de las sanciones y medidas impuestas por la PROFEPA, y que se sometan al procedimiento de evaluación de impacto ambiental señalando los posibles efectos en el ecosistema considerando la totalidad del proyecto,

a fin de que SEMARNAT, esté en posibilidad de establecer las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar o reducir al mínimo los efectos negativos sobre el medio ambiente y los recursos naturales, causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas aplicables para la protección al ambiente, la preservación y restauración de los ecosistemas.

Los Lineamientos continúan mencionando en su apartado de imposición de sanciones en la resolución que ponga fin al procedimiento administrativo, que en el supuesto de que se hubieran realizado obras o actividades, sin contar con autorización de impacto ambiental, deberá señalarse como medida correctiva el someter al procedimiento de evaluación de impacto ambiental las obras y actividades no iniciadas en términos del artículo 57 del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA).

Asimismo, se establece que en la manifestación de impacto ambiental, en el Capítulo de descripción del proyecto se deberá indicar las obras y actividades realizadas con anterioridad a la inspección respectiva y que hubiesen sido sancionadas en la resolución administrativa, de conformidad con los hechos y omisiones asentados en el acta de inspección. En los casos de no existir obras pendientes de realizar, en términos de los artículos 28 de la LGEEPA y 5, del REIA; las actividades también serán materia de evaluación del impacto ambiental, y las cuales por su propia naturaleza, son continuas y sus efectos de tracto sucesivo, y requerirán de someterse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental.

Los artículos 28 de la LGEEPA y 5 de su REIA, señalan los distintos supuestos de obras o actividades que requieran de autorización en materia de impacto ambiental, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente, de manera previa a su realización. Por ello, el artículo 35 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, establece las necesidades de evaluar los posibles efectos de dichas obras o actividades a desarrollarse en el o los ecosistemas de que se traten.

El artículo 57 del REIA, prevé que los casos en que se lleven a cabo obras o actividades que requieran de someterse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental y conforme a la Ley y al Reglamento, sin contar con la autorización correspondiente, la

Secretaría a través de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), ordenará las medidas correctivas o de urgente aplicación, así como las sanciones que conforme a derecho procedan.

La PROFEPA se hará cargo en sus procedimientos de inspección respectivos, de atender las obras o actividades que se hubieran realizado sin autorización de impacto ambiental; correspondiendo a las unidades administrativas competentes de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (DGIRA y Delegaciones Federales), evaluar el impacto ambiental de las obras o actividades llevadas a cabo para su operación, y las obras y actividades no llevadas a cabo para su evaluación y operación, y por lo tanto, no consideradas en las actuaciones de la PROFEPA.

Como corolario de lo anterior, se manifiesta que las obras y actividades que ya fueron descritas en el Capítulo II, de la presente MIA-P, fueron sujetas a un procedimiento administrativo por parte de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente cuya resolución número PFPA37.5/2C27.5/0074/21/0224, de fecha 10 de noviembre del 2021, la cual se presenta como Anexo digital del presente Capítulo estableció en su Resuelve Segundo, como medida Única “... que deberá someter a estudio la manifestación en materia de impacto ambiental toda obra o actividad relacionada con la referida modificación de los cauces de corrientes de aguas nacionales o demás obras y actividades que pretenda realizar ya sea para continuar o modificar su proyecto.”

En este sentido, se actualizan los supuestos de los Lineamientos ya referidos, dado que el proyecto Desarrollo Ecoturístico Xibalbá, contaba con una autorización en materia de impacto ambiental emitida por el gobierno del Estado de Yucatán y realizó obras no consideradas en dicha resolución y la PROFEPA sancionó aquellas obras que consideró debieron obtener autorización en materia de impacto ambiental previamente a su realización por parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y las cuales se someten al procedimiento de evaluación en materia de impacto ambiental **por lo que respecta a la parte operativa del proyecto**; así como, para el desarrollo del proyecto se tiene contemplado la implementación de obras y actividades nuevas de las cuales se solicita su autorización, las cuales forman parte integral del proyecto y que se encuentran pendientes de realización.

Atendiendo al principio de integralidad que rige el presente proyecto y con la finalidad de tener mayor precisión, se enlistan las obras y actividades que en este acto se someten al procedimiento en materia de evaluación del impacto ambiental:

- I. Obras y actividades **nuevas**.
- II. Obras y actividades ya realizadas e identificadas en el Procedimiento administrativo PFPA/37.3/2C.27.5/0074-21, las cuales se someten al procedimiento de evaluación de impacto ambiental en observancia del artículo 57 del REIA y los Lineamientos por lo que respecta a la etapa **operativa del proyecto**.

Cabe resaltar que el proyecto cuenta con una autorización en materia de impacto ambiental expedida por la Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente del Estado de Yucatán, derivada del expediente administrativo número 070/2016, cuyas obras y actividades fueron evaluadas de conformidad con lo previsto por el artículo 32, fracción XII de la Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán; así como en su momento se autorizó la modificación al proyecto mediante resolución del 07 de mayo del 2021.

En observancia de lo anterior, en el presente Capítulo se observará la vinculación del proyecto con relación a su parte operativa y considerando sus obras nuevas (camino y antenna), atendiendo a las obras sancionadas por la PROFEPA y que han quedado debidamente señaladas en el Capítulo II de la presente MIA-P, así como aquellas obras y/o actividades no llevadas a cabo para el proyecto y de las cuales se solicita su autorización.

III.2 ANTECEDENTES

1. Con fecha 16 de diciembre del 2016, mediante el oficio 726.4/UGA-1261/0003092, se emitió la autorización de impacto ambiental para el proyecto “Desarrollo Ecoturístico Xibalbá”, por la Delegación Federal de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en el Estado de Yucatán, por el cambio de uso de suelo, el cual involucró 54.0167 ha de Xibalbá 1 y 28.4804 ha para Xibalbá 2.

2. En fecha 26 de enero del 2017, se obtuvo para el proyecto “Desarrollo Ecoturístico Xibalbá”, por parte de la Delegación Federal de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción por una superficie de 82.4 ha con una vigencia de 10 años contados a partir de la recepción de la resolución, en los polígonos identificados como p317; Xmacaba 1; Xmacaba 2; Chan Tzimin 1; Chan Tzimin 2; Chan Tzimin 3; P316 1; p337; Xlapack 1; Xlapack 2; 11715 A; 11715 B; 1725 A; 1725B; 1811 1B; 1811 4a; 1811 4b; 1811 93; 316 2; Yaxkik 1 y Yaxkik 2; cuyos polígonos se encuentran representados en la siguiente imagen:

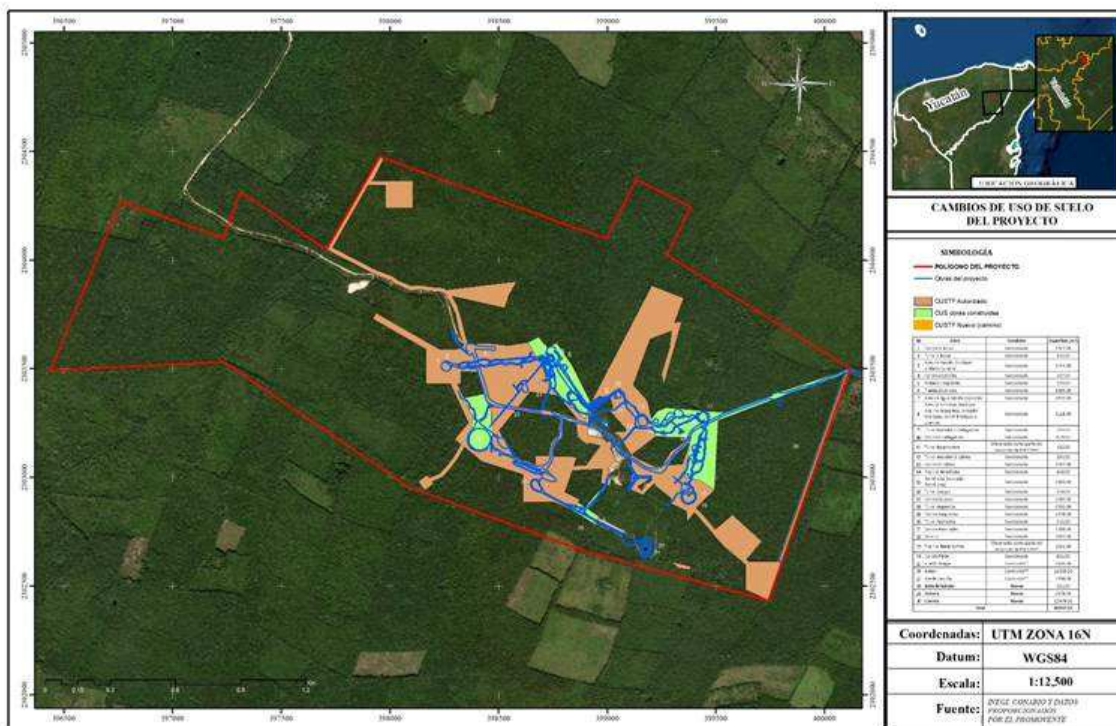


Figura III.1. Autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción.

3. Con fecha 07 de marzo del 2017, se otorgó la autorización de impacto ambiental, por la Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente (SEDUMA) en el estado de Yucatán, en el que se autorizó el proyecto “Desarrollo Ecoturístico Xibalbá”, a ubicarse en el Municipio de Valladolid, Yucatán, el cual se compone de 2 polígonos denominados

Xibalbá 1 (264.5 ha) y Xibalbá 2 (205.4 ha), y se resaltan aquellas obras autorizadas para Xibalbá 1, las cuales son motivo de la presente MIA-P en la siguiente tabla.

Tabla III.1. Obras y actividades autorizadas a nivel Estatal para Xibalbá 1.

Obras y actividades autorizadas para Xibalbá 1				
Iglesia	Baños/regaderas/lockers/PTAR	Gradas (subterráneas)	Cocina y cámara de refrigeración	Cuarto de máquinas general
Aviario	Explanada distribuidora	Pueblito (transición)	Servicios personales (baños, lockers, camerinos)	Exhibiciones de fauna
Caminos peatonales	Primeros auxilios (con acceso cercano a salida/ambulancia)	Estación armón inicio	Centro de acopio	Encierro aves
Canales, Cordilleras vegetales y túneles	Embarcadero kayaks	Estación armón término	Área de composta	Encierro otros animales
Almacén, zona de descarga, recepción de: alimentos, bebidas, suministros, artículos limpieza, tiendas, materiales de mantenimiento varios.	Palapa briefing chalecos /snorkel/equipo general	Área de vivero	Vehículos	Sembradíos
Comedor de personal	Torre tirolesa	Restaurant 1	Autobuses	Establo
Caminos de servicio	Áreas de descanso intermedias	Casa de campo	Colaboradores	Hotel (2 hoteles)
Acceso (explanada)	Baños intermedios	Casa vigilante	Proveedores	Alberca
Taquilla (acceso, fotografía)	Pueblito (camino seco)	Cuarto audio y video (show)	Talleres de mantenimiento	Restaurant 2
Tienda	Foro (subterráneo)	Oficinas administrativas	Área lavado equipo (chalecos, cascos)	Restaurant 3
-	-	-	Pozo Extracción	Pozo Inyección

4. El 07 de mayo del 2021, se otorgó autorización por la modificación del proyecto “Desarrollo Ecoturístico Xibalbá” por la Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente (SEDUMA) en el estado de Yucatán, precisándose dentro de dicha resolución las obras autorizadas para Xibalbá 1, las cuáles consistieron en las siguientes:

Tabla III.2. Obras y actividades autorizadas en modificación para Xibalbá 1 por el Estado.

Obras y actividades autorizadas en modificación para Xibalbá 1	
Canal y embarcadero de Kayaks	Cenote Vaquerías
Estacionamientos	Planta de Tratamiento
Cañón Caminata	Centro de acopio
Armón	Pueblo Maya
Zopilotes	Baños Rehollada
Iglesia	Motivos de acceso
Aviario	Área de lavado de chalecos
Tirolesa	Cuarto eléctrico

4. En fecha 10 de noviembre del 2021, se emite resolución por parte de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, en la que se resuelve entre otras cosas en su Resuelve Segundo la siguiente medida:

SEGUNDO.- (...) **ÚNICA:** *Toda vez que los hechos narrados en el acta de inspección se advierte que existen obras con inminencia de posible modificación de los cauces de corrientes de aguas nacionales, y que tales obras descritas advierten tal inminencia e incluso existencia de dichas obras que pueden causar la modificación de las corrientes de aguas nacionales sean artificiales por dragado con afloramiento del manto freático o cenotes naturales como cuerpos de aguas nacionales, entonces se impone a cargo de los responsables del proyecto DESARROLLO ECOTURÍSTICO XIBALBÁ que **deberá someter a estudio la manifestación en materia de impacto ambiental toda obra o actividad relacionada con la referida modificación de los cauces de corrientes de aguas nacionales o demás obras y actividades que pretenda realizar ya sea para continuar o modificar su proyecto.***

Lo anterior da lugar a las siguientes,

III.3 CONSIDERACIONES

Es relevante citar que la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales por conducto de la Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental, suscribieron los *“Lineamientos para los casos en que se realicen obras y actividades sin contar con Autorización de Impacto Ambiental o que contando con autorización se lleven a cabo obras y actividades no contempladas en la misma”*, del 1º de julio del 2009, los cuales actualmente se encuentran vigentes.

A través del documento antes signado, las autoridades encargadas de la evaluación de impacto ambiental (DGIRA y Delegaciones Federales), así como la inspectora (PROFEPA y Delegaciones Federales), acordaron un proceso de regularización administrativo – ambiental, cuya finalidad es la de generar certeza y seguridad jurídica no solo a los gobernados, sino a las propias autoridades, ya que las medidas y sanciones impuestas por la PROFEPA no regularizan los proyectos, destacando que los lineamientos en comento, son de observancia obligatoria para las dependencias administrativas como la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA) y Delegaciones Federales y la PROFEPA y sus Delegaciones Federales.

Bajo este orden de ideas, y de conformidad con los numerales 8 y 9 de los lineamientos en comento, se estableció como parte de la imposición de sanciones en la resolución que ponga fin al procedimiento administrativo y medidas correctivas, la obligación de someter a evaluación de impacto ambiental las obras ejecutadas antes de la visita de inspección y que fueron detectadas por la autoridad para posteriormente ser sancionadas en dicho procedimiento de inspección; así como también para las obras y actividades no iniciadas.

Dicho lo anterior y en cumplimiento a la sanción y medida correctiva impuesta por la Delegación Federal de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente con sede en el estado de Yucatán, en el presente estudio se someten al procedimiento de evaluación de impacto ambiental las obras ya ejecutadas, para obtener su autorización en materia de impacto ambiental para la operación; así como también de aquellas que se han considerado como obras nuevas pendientes de realización, para su evaluación y autorización correspondiente.

De esta manera, se prevé que a través del procedimiento de impacto ambiental, se acredite en primer orden la viabilidad y compatibilidad jurídica del proyecto en función de los diversos instrumentos legales que resulten aplicables a éste, y asimismo, se establezcan las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades del proyecto que puedan causar efectos adversos al entorno o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente, para finalmente, regularizar administrativa y ambientalmente las obras ya ejecutadas por lo que respecta a la etapa operativa del proyecto; así como aquellas obras que aún no se han realizado y que requieren previamente de autorización.

En este sentido, la particularidad del proyecto que nos ocupa es que la evaluación será para obras y actividades en su parte operativa que han sido mencionadas dentro del Capítulo II de la presente MIA-P y aquellas obras y actividades que se encuentran pendientes de realización y que forman parte integral del proyecto, actualizándose así los supuestos contenidos dentro de los artículos 28, fracciones I, VII y IX de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y 5° inciso A), fracción X, B), O) y Q) del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental.

Por lo antes mencionado, en las subsecuentes páginas, se expondrá la vinculación del proyecto con los diversos instrumentos jurídicos, tomando en consideración las anteriores consideraciones.

III.4 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM)¹

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM), entendida como norma fundamental y base del sistema jurídico mexicano, establece y reconoce los derechos fundamentales de todos los individuos dentro del territorio nacional. Se trata

¹ Publicada en el DOF el día 05 de febrero de 1917, última reforma publicada en el DOF a la fecha de elaboración del presente documento el día 28 de mayo de 2021.

de la norma jurídica suprema, por lo cual ninguna otra ley, precepto legal o disposición pueden contravenir lo establecido en ella.

Los artículos que inciden de manera general en y durante la ejecución del proyecto son:

En materia de derechos humanos, el artículo 1º de la CPEUM establece una serie de principios que deben tomar en cuenta las autoridades en promoción, respeto y protección de los derechos humanos establecidos en la Constitución. Con base en estos principios los ciudadanos gozan de las bondades que la naturaleza brinda para su desarrollo. Es así, como en primera instancia la CPEUM otorga el acceso *ipso iure* a todos individuos dentro del territorio mexicano para gozar de todos los derechos humanos consagrados en ella y, en segunda instancia, establece el derecho de vivir y gozar de un medio ambiente sano, con la tutela de las autoridades correspondientes.

Finalmente, es menester mencionar que si bien es cierto que la Constitución establece principios y lineamientos generales en materia de derechos humanos, las leyes, reglamentos, disposiciones y normas que de ella emanen, deberán acatar dichos principios y lineamientos, por lo cual, al vincular los distintos preceptos legales aplicables al proyecto, se entiende que éstos son congruentes con la Constitución y, por ende, el proyecto es congruente con lo establecido en ella en materia de derechos humanos.

“Artículo 1.- 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. (...)”

“Artículo 4.- (...)”

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. (...)”

“Artículo 25.- Corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que este sea integral y sustentable, que fortalezca la soberanía de la nación y su régimen democrático y que, mediante el fomento del crecimiento económico y el empleo y una más justa distribución del ingreso y la riqueza,

permita el pleno ejercicio de la libertad y la dignidad de los individuos, grupos y clases sociales, cuya seguridad protege. (...)

El Estado planeará, conducirá, coordinará y orientará la actividad económica nacional, y llevará a cabo la regulación y fomento de las actividades que demande el interés general en el marco de libertades que otorga la Constitución. (...)

Bajo criterios de equidad social y productividad se apoyará e impulsará a las empresas de los sectores social y privado de la economía, sujetándolos a las modalidades que dicte el interés público y al uso, en beneficio general, de los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente. (...)

Artículo 26.- (...)

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

Los fines del proyecto nacional contenidos en la Constitución determinarán los objetivos de la planeación. Habrá un Plan Nacional de Desarrollo al que se sujetarán obligatoriamente los programas de la administración pública federal.

La ley facultara al ejecutivo para que establezca los procedimientos de participación y consulta popular en el sistema nacional de planeación democrática, y los criterios para la formulación, instrumentación, control y evaluación del Plan y los Programas de Desarrollo. (...)

En materia ambiental, el artículo 27 de la CPEUM, establece que la Nación tendrá en todo tiempo el derecho de dictar las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico.

III.5 Leyes y Reglamentos Federales

El sistema jurídico mexicano está conformado por una serie de Leyes de corte Federal, Estatal y sus reglamentos, diversos códigos y bandos de policía de los que se

desprenden permisos, licencias y autorizaciones, además de normas oficiales mexicanas que establecen parámetros, límites máximos permisibles y procedimientos.

Particularmente en materia ambiental, el artículo 27 Constitucional referido con antelación, establece que la Nación tendrá en todo tiempo el derecho de dictar las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico.

En efecto, de acuerdo con el párrafo quinto del artículo 27 Constitucional, se establece que la propiedad de las aguas que se encuentran dentro del territorio nacional le corresponde originariamente a la nación, y es el fundamento de la propiedad pública, privada y social para el aprovechamiento de los recursos naturales susceptibles de apropiación. De este modo, es la propia Constitución la que establece los límites para el uso, aprovechamiento y explotación del agua.

En este orden de ideas, el artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, establece que la regulación ambiental deberá comprender el conjunto de normas, disposiciones y medidas de carácter ambiental que las autoridades deberán determinar (Federación, Estados y Municipios), con objeto de mantener, mejorar y restaurar el equilibrio del medio natural, a fin de propiciar una mejor calidad de vida de la población.

De esta manera, la citada Ley prevé un procedimiento de evaluación en materia de impacto ambiental a través del cual se establecen las condiciones a que se sujetarán la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente.

Para ello, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las obras o actividades listadas en dicho ordenamiento, como se trata del presente caso, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental, por lo que, en cumplimiento a las

disposiciones jurídicas en materia de impacto ambiental, se realiza la siguiente vinculación.

III.5.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente²

En el marco de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), la Evaluación del Impacto Ambiental (EIA) es un instrumento de Política Ambiental, con la cual se vinculará el proyecto, por considerar obras y/o actividades competencia de Federación y que requieren de la obtención de su autorización por parte de la Autoridad.

Tabla III.3. Vinculación del proyecto con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Artículo	Vinculación
<p>“Artículo 15. Para la formulación y conducción de la política ambiental y la expedición de normas oficiales mexicanas y demás instrumentos previstos en esta Ley, en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección al ambiente, el Ejecutivo Federal observará los siguientes principios: (...) IV. Quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar el ambiente, está obligado a prevenir, minimizar o reparar los daños que cause, así como a asumir los costos que dicha afectación implique. Asimismo, debe incentivarse a quien proteja el ambiente, promueva o realice acciones de mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático y aproveche de manera sustentable los recursos naturales.”</p>	<p>El presente proyecto sujeto a evaluación de impacto ambiental se ajusta al cumplimiento del artículo en cita, ya que dentro del cuerpo de la presente MIA-P se han propuesto acciones y/o medidas para la compensación y mitigación de los impactos ambientales ocasionados con el desarrollo del proyecto (Ver Capítulo VI de la presente MIA-P).</p>
<p>“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, carbo ductos y poliductos;</p>	<p>El proyecto se vincula con la presente Ley y su Reglamento en materia de Evaluación de Impacto Ambiental, de acuerdo con la naturaleza de las obras y actividades ya realizadas en el sitio del proyecto y las que se pretenden realizar, así como la ubicación de estas, las cuales se encuentran asociadas a obras hidráulicas y del sector turístico.</p>

² Publicada en el DOF el día 28 de enero de 1988, última reforma publicada en el DOF a la fecha de elaboración del presente documento el día 21 de octubre de 2021.

Artículo	Vinculación
<p>(...) <i>VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas;</i> (...) <i>IX.- Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros;</i> (...)"</p>	<p>Asimismo, el proyecto pretende el desarrollo de obras y actividades específicas, motivo por el cual se actualiza el supuesto jurídico del artículo 28, fracciones I, VII y IX, las cuales requieren de la autorización en materia de impacto ambiental, razón por la que a través de la presentación de la MIA-P, se someten al procedimiento de evaluación del impacto ambiental.</p>
<p>“Artículo 30. <i>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.</i> (...)</p>	<p>El proyecto se ajusta al precepto establecido en el artículo en cita, ya que, para obtener la autorización en materia de impacto ambiental, se presenta para su respectiva evaluación en materia de impacto ambiental la presente Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Particular.</p> <p>La manifestación de impacto ambiental presentada para su evaluación incluye una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por el desarrollo del proyecto, así como las estrategias ambientales definidas como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente. (Ver Capítulo VI de la presente MIA-P).</p>
<p>“Artículo 37 TER. <i>- Las normas oficiales mexicanas en materia ambiental son de cumplimiento obligatorio en el territorio nacional y señalarán su ámbito de validez, vigencia y gradualidad en su aplicación.”</i></p>	<p>Para la planeación, desarrollo y elaboración del presente estudio en materia de impacto ambiental se tomó y se seguirán tomando en consideración lo establecido por las distintas normas oficiales mexicanas aplicables para el proyecto. Al respecto, se ha incluido un apartado dentro del presente capítulo dedicado exclusivamente a la compilación y vinculación de todas aquellas normas oficiales mexicanas que resulten aplicables para el proyecto dentro de todas sus fases de desarrollo.</p>
<p>“Artículo 121.- <i>No podrán descargarse o infiltrarse en cualquier cuerpo o corriente de agua o en el suelo o subsuelo, aguas residuales que contengan contaminantes, sin previo tratamiento y el permiso o autorización de la autoridad federal, o de la autoridad local en los casos de descargas en aguas de jurisdicción local o a los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población.”</i></p>	<p>Las aguas de desecho que se generaron y las que se contemplan generar para el desarrollo del proyecto, serán las producidas por la estancia de trabajadores en la zona de obras; es decir, las aguas residuales provenientes de los sanitarios portátiles, son y serán recolectadas por la empresa contratada para ello, quienes realizarán su disposición final.</p> <p>Mientras que, durante la etapa de operación y mantenimiento del proyecto, se mantendrá el</p>

Artículo	Vinculación
	<p>uso de biodigestores, para el tratamiento de aguas residuales; además de que el proyecto ya cuenta con una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, la cual cuenta con una autorización en materia de impacto ambiental.</p>
<p>“Artículo 151.- <i>La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contrate los servicios de manejo y disposición final de los residuos peligrosos con empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas independientemente de la responsabilidad que, en su caso, tenga quien los generó.”</i></p>	<p>El proyecto implementó un Sistema de Manejo y Gestión Ambiental, dentro del cual cuenta con un Programa de Manejo Integral de Residuos, en el que se incluyó entre otros manejos el de residuos peligrosos, para ello se contrataron los servicios de una empresa acreditada prestadora de servicios de recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos generados durante el desarrollo del proyecto, verificándose previamente que cuente con los permisos correspondientes por parte de la SEMARNAT u otras autoridades, según sea el caso. Dicho Programa de Manejo Integral de Residuos seguirá siendo implementado, además de las medidas y programas que en esta MIA-P se proponen.</p>
<p>“Artículo 151 BIS.- <i>Requiere autorización previa de la Secretaría:</i></p> <p><i>I.- La prestación de servicios a terceros que tenga por objeto la operación de sistemas para la recolección, almacenamiento, transporte, reúso, tratamiento, reciclaje, incineración y disposición final de residuos peligrosos;</i></p> <p><i>II.- La instalación y operación de sistemas para el tratamiento o disposición final de residuos peligrosos, o para su reciclaje cuando éste tenga por objeto la recuperación de energía, mediante su incineración, y</i></p> <p><i>III.- La instalación y operación, por parte del generador de residuos peligrosos, de sistemas para su reúso, reciclaje y disposición final, fuera de la instalación en donde se generaron dichos residuos.”</i></p>	<p>La empresa especializada prestadora del servicio de recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos generados, deberá estar debidamente acreditada y contar con las autorizaciones correspondientes, situación que fue verificada por la promovente, por lo que, durante las diferentes etapas de desarrollo del proyecto, se verificará periódicamente que dichos permisos se encuentren vigentes y en cumplimiento ante las autoridades competentes, conforme a lo previsto por el presente artículo.</p>

III.5.2. Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental ³

El Artículo 28 de la LGEEPA, establece que es el Reglamento de dicho ordenamiento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, el que determina cuales son las obras o actividades, que por su ubicación, dimensiones, características o alcances puedan producir impactos ambientales significativos, desequilibrios ecológicos, o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas, y de igual forma también determina cuales son aquellas obras o actividades que no deban sujetarse al proceso de evaluación de impacto.

De acuerdo con sus características, el proyecto se ajusta con lo establecido en el artículo 5 del Reglamento en cuestión, así como también se ajusta a otras disposiciones jurídicas las cuales establecen lo siguiente:

Tabla III.4. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

Artículo	Vinculación
<p>“Artículo 5. <i>Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:</i></p> <p>A) HIDRÁULICAS: (...) X. <i>Obras de dragado de cuerpos de agua nacionales;</i> (...)</p> <p>B) VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN: <i>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,</i></p>	<p>Por las consideraciones antes expuestas y características del proyecto, es que se presenta la MIA-P para su evaluación respecto a las obras y actividades que aún no se han realizado y las obras ya realizadas por lo que respecta a la etapa operativa del proyecto se actualizan los supuestos de los incisos A), fracción X, B), O), fracción I y Q).</p>

³ Publicado en el DOF el día 30 de mayo del 2000, última reforma publicada en el DOF a la fecha de elaboración del presente documento el día 31 de octubre de 2014.

Artículo	Vinculación
<p><i>ecosistemas costeros o de humedales y cuerpos de agua nacionales, (...)</i></p> <p>O) CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS:</p> <p><i>I. Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal (...)</i></p> <p><i>(...)</i></p> <p>Q) DESARROLLOS INMOBILIARIOS QUE AFECTEN LOS ECOSISTEMAS COSTEROS:</p> <p><i>Construcción y operación de hoteles, condominios, villas, desarrollos habitacionales y urbanos, restaurantes, instalaciones de comercio y servicios en general, marinas, muelles, rompeolas, campos de golf, infraestructura turística o urbana, vías generales de comunicación, obras de restitución o recuperación de playas, o arrecifes artificiales, que afecten ecosistemas costeros.</i></p> <p><i>(...)</i></p>	
<p>“Artículo 10.- <i>Las manifestaciones de impacto ambiental deberán presentarse en las siguientes modalidades:</i></p> <p><i>I.- Regional, o</i></p> <p><i>II.- Particular.”</i></p>	<p>Para el presente proyecto se presenta una manifestación de impacto ambiental en su modalidad Particular.</p>
<p>“Artículo 12.- <i>La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad particular, deberá contener la siguiente información:</i></p> <p><i>I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental;</i></p> <p><i>II. Descripción del proyecto;</i></p> <p><i>III. Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación sobre uso del suelo;</i></p> <p><i>IV. Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental</i></p>	<p>El proyecto cumple con el alcance del precepto reglamentario en cita, ya que para aspirar a la viabilidad del proyecto y autorización correspondiente, la promovente para la operación del mismo, así como para la realización de cualquier obra y actividad adicional, ha procedido a la elaboración de una Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Particular, dando cumplimiento dentro de cada uno de sus Capítulos lo señalado en el precepto legal en cita.</p>

Artículo	Vinculación
<p><i>detectada en el área de influencia del proyecto;</i></p> <p><i>V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales;</i></p> <p><i>VI. Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales;</i></p> <p><i>VII. Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas, y</i></p> <p><i>VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores.”</i></p>	
<p>“Artículo 44. <i>Al evaluar las manifestaciones de impacto ambiental la Secretaría deberá considerar:</i></p> <p><i>I. Los posibles efectos de las obras o actividades a desarrollarse en el o los ecosistemas de que se trate, tomando en cuenta el conjunto de elementos que los conforman, y no únicamente los recursos que fuesen objeto de aprovechamiento o afectación;</i></p> <p><i>II. La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos, y</i></p> <p><i>III. En su caso, la Secretaría podrá considerar las medidas preventivas, de mitigación y las demás que sean propuestas de manera voluntaria por el solicitante, para evitar o reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.”</i></p>	<p>En el capítulo IV de la presente MIA-P, se describen las condiciones actuales del sistema ambiental, lo cual nos da una idea general de que tan conservada o perturbada se encuentra la zona en que se desarrollará el proyecto. Una vez descrito el medio ambiente, se podrán determinar los posibles impactos que puedan ser ocasionados al entorno en función del tipo de obras y/o actividades que conforman al proyecto.</p> <p>Cabe destacar, que el polígono del proyecto NO se ubica dentro de ningún Área Natural Protegida, lo anterior, aunado al análisis ambiental del sitio debido a la determinación de su estado, así como de las medidas y acciones de mitigación y compensación que permiten minimizar la posible afectación en la funcionalidad del ecosistema.</p> <p>Asimismo, está el compromiso a evaluar las medidas y acciones propuestas y mejoras que la autoridad considere pertinentes que en el proyecto se deban implementar para determinar la factibilidad del presente proyecto.</p>
<p>“Artículo 47.- <i>La ejecución de la obra o la realización de la actividad de que se trate, deberá sujetarse a lo previsto en la resolución respectiva, en las normas oficiales mexicanas que al efecto se expidan y en las demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.”</i></p>	<p>El proyecto se sujetará a lo dispuesto en la resolución respectiva, en el caso de una autorización a favor de este, así como lo establecido en las normas oficiales mexicanas que al efecto se expidan y en las demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables, condición que se expresa de antemano en la presente MIA-P, al igual que dicha condición será medible a través de los informes y/o reportes que en el futuro se rindan para efectos de cumplimiento y verificación.</p>
<p>“Artículo 51.- <i>La Secretaría podrá exigir el otorgamiento de seguros o garantías respecto del cumplimiento de las</i></p>	<p>En caso de que la autorización de impacto ambiental que se emita por la Autoridad contemple como Condicionante la adquisición por parte de la</p>

Artículo	Vinculación
<p><i>condiciones establecidas en las autorizaciones, cuando durante la realización de las obras puedan producirse daños graves a los ecosistemas.</i></p> <p><i>Se considerará que pueden producirse daños graves a los ecosistemas, cuando:</i></p> <p>(...)</p> <p><i>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;”</i></p> <p>(...)</p>	<p>promovente de algún tipo de instrumento económico, se dará cumplimiento a la adquisición de este.</p>

III.5.3. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos⁴

La vinculación de esta Ley con el proyecto se orienta al cumplimiento de los preceptos establecidos prioritariamente en el desarrollo de este, como se mencionó en el Capítulo II.

Por lo tanto, el proyecto es responsable del manejo de todo tipo de residuos desde la prevención, generación, valorización y gestión integral de los mismos, tanto peligrosos, como residuos sólidos urbanos y de manejo especial, incluyendo la prevención de la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación. La presente Ley señala las obligaciones del generador de acuerdo con el volumen de generación anual. Así como los lineamientos para el manejo integral de los residuos generados.

Tabla III.5. Vinculación del proyecto con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

Artículo	Vinculación
<p>“Artículo 16. <i>La clasificación de un residuo como peligroso, se establecerá en las normas oficiales mexicanas que especifiquen la forma de determinar sus características, que incluyan los listados de</i></p>	<p>El proyecto se ajusta a lo establecido en el artículo en cita, ya que el mismo ya implementa un Programa de Manejo Integral de Residuos, no obstante ello dentro de la presente MIA-P se proponen nuevas medidas y programas, las</p>

⁴ Publicada en el DOF el día 08 de octubre de 2003, última reforma publicada en el DOF a la fecha de elaboración del presente documento el día 18 de enero de 2021.

Artículo	Vinculación
<p><i>los mismos y fijen los límites de concentración de las sustancias contenidas en ellos, con base en los conocimientos científicos y las evidencias acerca de su peligrosidad y riesgo.”</i></p>	<p>cuales tienen por objeto llevar a cabo las acciones de identificación y clasificación de residuos peligrosos generados durante el desarrollo de las diversas actividades acorde a la normatividad aplicable, dando así cumplimiento a dicha disposición.</p> <p>Aunado a lo anterior, se contratarán los servicios de una empresa acreditada prestadora de servicios de recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos generados durante el desarrollo del proyecto, verificándose previamente que cuente con los permisos correspondientes por parte de la SEMARNAT u otras autoridades, según sea el caso.</p>
<p>“Artículo 19.- <i>Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de residuos considerados como peligrosos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes:</i></p> <p>(...)</p> <p><i>VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general;”</i></p> <p>(...)</p>	<p>Para el desarrollo del presente proyecto se implementarán las medidas y Programas que en la presente MIA-P se proponen (Ver Capítulo VI), para el manejo de los residuos de manejo especial, no obstante ello, se precisa que el proyecto ya implementa un Programa de Manejo Integral de Residuos y se disponen de contenedores para su resguardo y posterior disposición final por una empresa que esté legalmente autorizada.</p>
<p>“Artículo 21.- <i>Con objeto de prevenir y reducir los riesgos a la salud y al ambiente, asociados a la generación y manejo integral de residuos peligrosos, se deberán considerar cuando menos alguno de los siguientes factores que contribuyan a que los residuos peligrosos constituyan un riesgo:</i></p> <p><i>I. La forma de manejo;</i></p> <p><i>II. La cantidad;</i></p> <p><i>III. La persistencia de las sustancias tóxicas y la virulencia de los agentes infecciosos contenidos en ellos;</i></p> <p><i>IV. La capacidad de las sustancias tóxicas o agentes infecciosos contenidos en ellos, de movilizarse hacia donde se encuentren seres vivos o cuerpos de agua de abastecimiento;</i></p> <p><i>V. La biodisponibilidad de las sustancias tóxicas contenidas en ellos y su capacidad de bioacumulación;</i></p>	<p>Con la intención de prevenir y reducir los riesgos a la salud y al ambiente, que se generaron y que pudieran generarse por la producción de residuos durante el desarrollo del proyecto, se propone un Programa de Manejo Integral de Residuos además del que ya se implementa para el proyecto, en el que se considerarán los factores de riesgo citados, con la finalidad de prevenir cualquier eventualidad ya sea de carácter ambiental o a la salud humana, tales acciones serán difundidas entre todos y cada uno de los actores participantes en el proyecto.</p>

Artículo	Vinculación
<p>VI. La duración e intensidad de la exposición, y</p> <p>VII. La vulnerabilidad de los seres humanos y demás organismos vivos que se expongan a ellos.”</p>	
<p>“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.</p> <p>En las actividades en las que se generen o manejen residuos peligrosos, se deberán observar los principios previstos en el artículo 2 de este ordenamiento, en lo que resulten aplicables.”</p>	<p>Para el cumplimiento del presente artículo, dentro de las acciones ambientales que se han considerado para el proyecto, se encuentra la de seguir implementando el Programa de Manejo Integral de Residuos, el cual se ha realizado en observancia de la normatividad (NOM's) y legislación aplicable, a fin de prevenir y controlar la contaminación del medio ambiente, además de las medidas que en la presente MIA-P se proponen dentro del Capítulo VI.</p>
<p>“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.”</p>	<p>El presente proyecto generará residuos peligrosos provenientes principalmente de la maquinaria que se utilice, por lo que el promovente en observancia de lo dispuesto en dicho artículo será responsable del manejo adecuado y ambientalmente seguro, conforme a lo establecido en los instrumentos normativos que regulen la materia, apoyándose en la empresa que contrate para la disposición final de los residuos, misma que deberá estar legalmente acreditada tal como se menciona en el artículo 42 de la LGPGIR y 151 BIS de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.</p>
<p>“Artículo 42.- Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos.</p> <p>La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios de manejo y</p>	<p>En observancia de dicho artículo, para la ejecución del Programa de Manejo de Integral de Residuos, el proyecto contempla la contratación de empresas prestadoras de servicio para la recolección, transporte, tratamiento y/o disposición final de los residuos como hasta el momento lo ha hecho, para lo cual se cerciorará que dichas empresas cuenten con las autorizaciones respectivas por las autoridades competentes.</p>

Artículo	Vinculación
<p><i>disposición final de residuos peligrosos por empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador.</i></p> <p><i>Los generadores de residuos peligrosos que transfieran éstos a empresas o gestores que presten los servicios de manejo, deberán cerciorarse ante la Secretaría que cuentan con las autorizaciones respectivas y vigentes, en caso contrario serán responsables de los daños que ocasione su manejo.”</i></p>	
<p>“Artículo 54.- <i>Se deberá evitar la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales o residuos para no contaminarlos y no provocar reacciones, que puedan poner en riesgo la salud, el ambiente o los recursos naturales.</i></p> <p><i>La Secretaría establecerá los procedimientos a seguir para determinar la incompatibilidad entre un residuo peligroso y otro material o residuo.”</i></p>	<p>La identificación y clasificación de residuos peligrosos generados durante el desarrollo de las diferentes obras sujetas a evaluación se llevarán acorde a la normatividad aplicable y atendiendo a el presente artículo.</p>

III.5.4. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos⁵

El presente ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y rige en todo el territorio nacional y las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción, por lo que el presente proyecto en cuanto a la identificación, y manejo integral de los residuos peligrosos en sus diferentes etapas de desarrollo se vinculará con las disposiciones aplicables.

⁵ Publicado en el DOF el día 30 de noviembre de 2006, última reforma publicada en el DOF a la fecha de elaboración del presente documento el día 31 de octubre de 2014.

Tabla III.6. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

Artículo	Vinculación
<p>Capítulo IV, Criterios de Operación en el Manejo Integral de Residuos Peligrosos Artículos 82, 83 y 84, de la Sección I, Almacenamiento y centros de acopio de residuos peligrosos.</p>	<p>El proyecto ya cuenta con un Programa de Manejo Integral de Residuos, el cual entre las componentes de dicho programa se prevé el adecuado manejo de los residuos considerados peligrosos, por lo que la promovente contratará con los servicios de una empresa autorizada y especializada en el manejo, transporte y disposición final de los residuos peligrosos como hasta ahora lo ha hecho, entre los que se encuentran los suelos contaminados; por lo que adicionalmente se implementarán las medidas propuestas en la presente MIA-P y se dará cumplimiento a la normatividad aplicable.</p>
<p>Artículos 85 y 86, de la Sección II, Recolección y Transporte de Residuos Peligrosos</p>	<p>Para las actividades de recolección y transporte externo de los residuos, éstas se llevarán a cabo a través de empresas prestadora de servicios, de la que se cerciorará la promovente que cuente con la autorización correspondiente para prestar los mismos.</p>
<p>Artículos 87 y 88, de la Sección III, Reutilización, reciclaje y co-procesamiento</p>	<p>Dichas disposiciones resultan aplicables para su observancia y cumplimiento por la empresa prestadora de servicios que en su momento se contrate por la promovente del proyecto, para ello se cerciorará que dicha empresa cuente con la autorización correspondiente para prestar dicho servicio.</p>
<p>Artículo 90, de la Sección IV, Tratamiento de residuos peligrosos</p>	<p>El tratamiento de residuos peligrosos se llevará a cabo de acuerdo con las disposiciones reglamentarias y normativas aplicables, así como los criterios que de esta ley emanen, a través de la empresa prestadora de servicios debidamente acreditada.</p>
<p>Artículos 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98 y 99, de la Sección V, Disposición final de residuos peligrosos</p>	<p>La empresa que preste sus servicios durante las etapas de desarrollo del proyecto deberá darle una disposición final a los residuos que se generen, en cumplimiento de las disposiciones jurídicas citadas, precisando que el almacenamiento de residuos peligrosos será temporal.</p>

III.5.5. Ley General de Cambio Climático⁶

El cambio de clima en la Tierra es resultado del uso intensivo de la atmósfera terrestre como vertedero de emisiones de gases de efecto invernadero. El problema consiste en que los volúmenes de éstos, especialmente del bióxido de carbono (CO₂) durante los últimos ciento cincuenta años de industrialización, superan las capacidades de captura de la biosfera. De esta forma, las concentraciones de CO₂ han pasado de 270ppm (partes por millón) antes de la revolución industrial, a más de 380 ppm en la actualidad.

De manera que esta gran concentración ha provocado, entre otras cosas, que se eleve la temperatura media global y el nivel del mar, tanto por dilatación térmica como por derretimiento de los hielos en polos y glaciares.

La Ley General de Cambio Climático fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de junio de 2012 y establece la creación de diversos instrumentos de política pública, entre ellos, el Registro Nacional de Emisiones (RENE) que permitirá compilar la información necesaria en materia de emisión de Compuestos y Gases Efecto Invernadero (CyGEI) de los diferentes sectores productivos del país para dar trazabilidad, evaluar tendencias y establecer estrategias nacionales de reducción de emisiones. Un registro de emisiones les permitirá a las empresas e industrias identificar sus fuentes de emisión con el objetivo de reducir su huella de carbono, generar oportunidades de negocio y ser más competitivos. En observancia de la citada Ley, se ha vinculado el proyecto con las disposiciones legales siguientes:

Tabla III.7. Vinculación del proyecto con la Ley General de Cambio Climático.

Artículo	Vinculación
<p>“Artículo 28. <i>La federación, las entidades federativas y los municipios, en el ámbito de sus competencias, deberán ejecutar acciones para la adaptación en la elaboración de las políticas, la Estrategia Nacional, el Programa y los programas en los siguientes ámbitos:</i></p> <p>(...)</p>	<p>Como se observa en dicha disposición legal, corresponde a una atribución y obligación a cargo de las autoridades, mismas que serán las competentes para ejecutar las acciones necesarias para la política nacional de adaptación frente al cambio climático, por cuanto hace a ecosistemas y biodiversidad.</p>

⁶ Publicada en el DOF el día 06 de junio de 2012, última reforma publicada en el DOF a la fecha de elaboración del presente documento el día 06 de noviembre de 2020.

Artículo	Vinculación
IV. Ecosistemas y biodiversidad, en especial de zonas costeras, marinas, de alta montaña, semiáridas, desérticas, recursos forestales y suelos;	No obstante lo anterior, el proyecto implementará las mejores prácticas y equipos de trabajo con tecnología limpia que minimice las emisiones de gases a la atmósfera, tal y como se observa en los capítulos V y VI de la presente MIA-P.
“Artículo 88. Las personas físicas y morales responsables de las fuentes sujetas a reporte están obligadas a proporcionar la información, datos y documentos necesarios sobre sus emisiones directas e indirectas para la integración del Registro.”	El proyecto se sujetará a la presente disposición jurídica, en caso de estar dentro de los supuestos de fuentes fijas o móviles, sujetas a reporte.

III.5.6. Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en Materia de Registro Nacional de Emisiones⁷

El presente reglamento tiene por objeto reglamentar la Ley en lo que se refiere al Registro Nacional de Emisiones; su aplicación corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría, sin perjuicio de las atribuciones que correspondan a otras Dependencias del Ejecutivo Federal.

Tabla III.8. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en Materia de Registro Nacional de Emisiones.

Artículo	Vinculación
<p>“Artículo 4. Las actividades que se considerarán como Establecimientos Sujetos a Reporte agrupadas dentro de los sectores y subsectores señalados en el artículo anterior, son las siguientes:</p> <p>(...)</p> <p>V. Sector Residuos:</p> <p>a. Subsector aguas residuales:</p> <p>a.1. Tratamiento de aguas residuales;</p> <p>(...)</p> <p>VI. Sector Comercio y Servicios:</p> <p>(...)</p> <p>e. Subsector turismo:</p> <p>e.1. Hoteles, moteles y similares;</p>	<p>Una vez que el proyecto pueda llevar a cabo la operación de este, se sujetará al cumplimiento de la presente disposición legal, para en su caso generar el reporte correspondiente.</p> <p>Finalmente, se menciona que el proyecto tiene una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, la cual ya cuenta con una autorización.</p>

⁷ Publicado en el DOF el día 28 de octubre de 2014, si reformas publicadas en el DOF a la fecha de elaboración del presente documento.

(...)"	
--------	--

III.5.7. Ley de Aguas Nacionales ⁸

La presente Ley es reglamentaria del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales; es de observancia general en todo el territorio nacional , sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control , así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable y dada la naturaleza del presente proyecto al localizarse en un ecosistema costero, se vinculará el mismo con las siguientes disposiciones.

Tabla III.9. Vinculación del proyecto con la Ley de Aguas Nacionales.

Artículo	Vinculación
<p>“Artículo 20.- (...) <i>La explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales por parte de personas físicas o morales se realizará mediante concesión otorgada por el Ejecutivo Federal a través de "la Comisión" por medio de los Organismos de Cuenca, o por ésta cuando así le competa, de acuerdo con las reglas y condiciones que establece esta Ley, sus reglamentos, el título y las prórrogas que al efecto se emitan.”</i></p>	<p>Para el caso de los pozos de extracción que se tienen considerados en el proyecto se presentará el trámite ante la CONAGUA a fin de obtener la concesión correspondiente, con la finalidad de dar cumplimiento a este artículo.</p>
<p>“ARTÍCULO 28. Los concesionarios tendrán los siguientes derechos: <i>I. Explotar, usar o aprovechar las aguas nacionales y los bienes a que se refiere el Artículo 113 de la presente Ley, en los términos de la presente Ley y del título respectivo;</i> <i>II. Realizar a su costa las obras o trabajos para ejercitar el derecho de explotación, uso o aprovechamiento del agua, en los términos de la presente Ley y demás disposiciones reglamentarias aplicables;</i> <i>III. Obtener la constitución de las servidumbres legales en los terrenos indispensables para</i></p>	<p>En su momento la promovente observará el contenido del presente artículo.</p>

⁸ Publicada en el DOF el día 01 de diciembre de 1992, última reforma publicada en el DOF a la fecha de elaboración del presente documento el día 06 de enero de 2020.

<p><i>llevar a cabo el aprovechamiento de agua o su desalojo, tales como la de desagüe, de acueducto y las demás establecidas en la legislación respectiva o que se convengan; (...)</i>"</p>	
<p>“ARTÍCULO 42. <i>Para la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas del subsuelo en las zonas reglamentadas o de veda decretadas por el Ejecutivo Federal, incluso las que hayan sido libremente alumbradas, requerirán de:</i></p> <p><i>I. Concesión o asignación para su explotación, uso o aprovechamiento;</i></p> <p><i>II. Un programa integral de manejo por cuenca y acuíferos a explotar, y</i></p> <p><i>III. Permisos para las obras de perforación, reposición o relocalización de pozos, o demás</i></p> <p><i>Modificaciones a las condiciones de aprovechamiento, que se realicen a partir del decreto de veda o reglamentación.</i></p> <p><i>Las concesiones o asignaciones se sujetarán a los requisitos que establecen los Artículos 21 y 21 BIS de esta Ley y se otorgarán de acuerdo con los estudios de disponibilidad respectivos, teniendo en cuenta el volumen de agua usada o aprovechada como promedio en el último año inmediato anterior al decreto respectivo, y que se hubieran inscrito en el Registro Público de Derechos de Agua.</i></p> <p><i>A falta de dicha inscripción en el Registro citado, se tomará en cuenta el volumen declarado fiscalmente para efectos del pago del derecho federal por uso o aprovechamiento de agua, en el último ejercicio fiscal.</i></p> <p><i>En aquellos casos en los que la explotación, uso o aprovechamiento no pueda ser determinado conforme a lo dispuesto en los dos párrafos anteriores, el volumen de agua se determinará conforme a los procedimientos que establezcan los reglamentos respectivos.”</i></p>	<p>Dado que el presente proyecto pretende contar con pozos de extracción, observará el contenido del presente artículo.</p>
<p>Artículo 44. <i>La explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales superficiales o del subsuelo por parte de los sistemas del Distrito Federal, estatales o municipales de agua potable y alcantarillado, se efectuarán mediante asignación que otorgue "la Autoridad del Agua", en los términos dispuestos por el Título Cuarto de esta Ley.</i></p>	<p>Para el caso de los pozos de extracción e inyección se observará el contenido de las disposiciones legales de la presente Ley, para en su caso obtener los permisos, autorizaciones o concesiones a que haya lugar, destacándose que las aguas que se infiltren será sólo para aquellos casos en que la producción de agua de la PTAR exceda los requerimientos para el riego de áreas verdes, así como para el agua de</p>

<p>...</p> <p><i>Las personas que infiltren o descarguen aguas residuales en el suelo o subsuelo o cuerpos receptores distintos de los sistemas municipales de alcantarillados de las poblaciones, deberán obtener el permiso de descarga respectivo, en los términos de esta Ley independientemente del origen de las fuentes de abastecimiento.</i></p> <p><i>Las descargas de aguas residuales de uso doméstico que no formen parte de un sistema municipal de alcantarillado, se podrán llevar a cabo con sujeción a las Normas Oficiales Mexicanas que al efecto se expidan y mediante aviso (...)"</i></p>	<p>rechazo de ósmosis del cual ya se cuenta con autorización en materia de impacto ambiental</p>
<p>“ARTÍCULO 98. <i>Cuando con motivo de dichas obras se pudiera afectar el régimen hidráulico o hidrológico de los cauces o vasos propiedad nacional o de las zonas federales correspondientes, así como en los casos de perforación de pozos en zonas reglamentadas o de veda, se requerirá de permiso en los términos de los Artículos 23 y 42 de esta Ley y de sus reglamentos. Para este efecto la Autoridad competente expedirá las Normas Oficiales Mexicanas que correspondan.</i></p> <p><i>"La Autoridad del Agua" supervisará la construcción de las obras, y podrá en cualquier momento adoptar las medidas correctivas necesarias para garantizar el cumplimiento del permiso y de dichas normas."</i></p>	<p>En su momento el proyecto obtendrá el permiso que corresponda con motivo de poder hacer uso de los pozos de extracción pretendidos.</p>

III.5.8. Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales ⁹

El presente proyecto también se vinculará con el presente Reglamento, atendiendo a las características que guarda el proyecto como a continuación se cita.

⁹ Publicado en el DOF el día 12 de enero de 1994, última reforma publicada en el DOF a la fecha de elaboración del presente documento el día 25 de agosto de 2014.

Tabla III.10. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales.

Artículo	Vinculación
<p>“Artículo 134.- Las personas físicas o morales que exploten, usen o aprovechen aguas en cualquier uso o actividad, están obligadas, bajo su responsabilidad y en los términos de ley, a realizar las medidas necesarias para prevenir su contaminación y en su caso para reintegrarlas en condiciones adecuadas, a fin de permitir su utilización posterior en otras actividades o usos y mantener el equilibrio de los ecosistemas.”</p>	<p>En las etapas de preparación de sitio y construcción las aguas de desecho que se generaron y las que se contemplan generar serán las producidas por la estancia de trabajadores en la zona de obras; es decir, las aguas residuales provenientes de los sanitarios portátiles, será recolectada por la empresa contratada para ello.</p> <p>Mientras que, durante la etapa de operación y mantenimiento del proyecto, se mantendrá el uso de biodigestores, para el tratamiento de aguas residuales. En este entendido, en ninguna de las etapas del proyecto se realizarán descargas de aguas residuales en cuerpos de agua federales.</p> <p>Finalmente, se menciona que el proyecto cuenta con una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, la cual cuenta con una autorización en materia de impacto ambiental.</p>
<p>“ARTICULO 135.- Las personas físicas o morales que efectúen descargas de aguas residuales a los cuerpos receptores a que se refiere la "Ley", deberán:</p> <p>I. Contar con el permiso de descarga de aguas residuales que les expida "La Comisión", o en su caso, presentar el aviso respectivo a que se refiere la "Ley" y este Reglamento;</p> <p>II. Tratar las aguas residuales previamente a su vertido a los cuerpos receptores, cuando esto sea necesario para cumplir con las obligaciones establecidas en el permiso de descarga correspondiente;</p> <p>III. Cubrir, cuando proceda, el derecho federal por el uso o aprovechamiento de bienes del dominio público de la Nación como cuerpos receptores de las descargas de aguas residuales;</p> <p>IV. Instalar y mantener en buen estado, los dispositivos de aforo y los accesos para muestreo que permitan verificar los volúmenes de descarga y las concentraciones de los parámetros previstos en los permisos de descarga; (...)"</p>	<p>En las etapas de preparación de sitio y construcción las aguas de desecho que se contempla generar serán las producidas por la estancia de trabajadores en la zona de obras; es decir, las aguas residuales provenientes de los sanitarios portátiles, serán desalojadas mediante prestador de servicios.</p> <p>Mientras que, durante la etapa de operación y mantenimiento del proyecto, se mantendrá el uso de biodigestores, para el tratamiento de aguas residuales. En este entendido, en ninguna de las etapas del proyecto se realizarán descargas de aguas residuales en cuerpos de agua federales.</p> <p>Finalmente, se menciona que el proyecto cuenta con una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, la cual ya cuenta con una autorización.</p>

III.5.9. Ley General de Vida Silvestre ¹⁰

De acuerdo con las características ambientales del proyecto, se tiene la presencia de flora y fauna, por lo que se han considerado ciertos artículos que, de la presente Ley se ha considerado guardan relación con el proyecto en la siguiente vinculación.

Tabla III.11. Vinculación del proyecto con la Ley General de Vida Silvestre.

Artículo	Vinculación
<p><i>“Artículo 18. Los propietarios y legítimos poseedores de predios en donde se distribuye la vida silvestre tendrán el derecho a realizar su aprovechamiento sustentable y la obligación de contribuir a conservar el hábitat conforme a lo establecido en la presente Ley; asimismo podrán transferir esta prerrogativa a terceros, conservando el derecho a participar de los beneficios que se deriven de dicho aprovechamiento.</i></p> <p><i>Los propietarios y legítimos poseedores de dichos predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat.”</i></p>	<p>El proyecto para aquellas especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010; ha venido implementando Programa de Manejo Integral de Flora, un Programa de Manejo Integral de Fauna; así como un Programa de Protección y Conservación de especies de Flora y Fauna incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, además de que en la presente MIA-P se proponen medidas adicionales, las cuales podrán ser consultadas a mayor detalle dentro del Capítulo VI de la presente MIA-P.</p>
<p><i>“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.”</i></p>	<p>Como parte de la MIA-P se presentan programas y medidas en el Capítulo VI, destacando que actualmente el proyecto ya implementa un Programa de Manejo Integral de Fauna, con la finalidad de prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales que con la generación del presente proyecto se pudieran ocasionar.</p>
<p><i>“Artículo 60 TER.- Queda prohibida la remoción, relleno, trasplante, poda, o cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar; del ecosistema y su zona de influencia; de su productividad natural; de la capacidad de carga natural del ecosistema</i></p>	<p>El presente proyecto no incide en ninguna zona que pudiera estar afectando zonas de manglar, por lo que se da cumplimiento al presente artículo al no contravenirse el mismo.</p>

¹⁰ Publicada en el DOF el día 03 de julio de 2000, última reforma publicada en el DOF a la fecha de elaboración del presente documento el día 20 de mayo de 2021.

Artículo	Vinculación
<p><i>para los proyectos turísticos; de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje; o bien de las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los corales, o que provoque cambios en las características y servicios ecológicos.</i></p> <p><i>Se exceptuarán de la prohibición a que se refiere el párrafo anterior las obras o actividades que tengan por objeto proteger, restaurar, investigar o conservar las áreas de manglar.”</i></p>	
<p>“Artículo 106. <i>Sin perjuicio de las demás disposiciones aplicables, toda persona física o moral que ocasione directa o indirectamente un daño a la vida silvestre o a su hábitat, está obligada a repararlo o compensarlo de conformidad a lo dispuesto por la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.</i></p> <p><i>Los propietarios y legítimos poseedores de los predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat.”</i></p>	<p>El proyecto contempla acciones para el cuidado y conservación de las especies, destacando que en la presente MIA-P, se proponen en el Capítulo VI diversas medidas con la finalidad de prevenir, evitar, minimizar o disminuir los impactos ambientales que con la realización del proyecto se pudieran generar.</p>

III.5.10. Ley General de Bienes Nacionales ¹¹

La presente Ley es de orden público e interés general y tiene por objeto establecer, los bienes que constituyen el patrimonio de la Nación; el régimen de dominio público de los bienes de la Federación y de los inmuebles de los organismos descentralizados de carácter federal; la distribución de competencias entre las dependencias administradoras de inmuebles; las bases para la integración y operación del Sistema de Administración Inmobiliaria Federal y Paraestatal y del Sistema de Información Inmobiliaria Federal y Paraestatal, incluyendo la operación del Registro Público de la Propiedad Federal; las normas para la adquisición, titulación, administración, control, vigilancia y enajenación de los inmuebles federales y los de propiedad de las entidades, con excepción de aquéllos regulados por leyes especiales; las bases para la regulación de los bienes

¹¹ Publicada en el DOF el día 20 de mayo de 2004, última reforma publicada en el DOF a la fecha de elaboración del presente documento el día 14 de septiembre de 2021.

muebles propiedad de las entidades, y la normatividad para regular la realización de avalúos sobre bienes nacionales, por lo que al respecto el proyecto se vincula con las siguientes disposiciones legales.

Tabla III.12. Vinculación del proyecto con la Ley General de Bienes Nacionales.

Artículo	Vinculación
<p>“Artículo 7.- Son bienes de uso común: (...) III.- El mar territorial en la anchura que fije la Ley Federal del Mar; IV.- Las playas marítimas, entendiéndose por tales las partes de tierra que por virtud de la marea cubre y descubre el agua, desde los límites de mayor reflujo hasta los límites de mayor flujo anuales; V.- La zona federal marítimo terrestre; (...)”</p>	<p>El proyecto forma parte de la construcción y operación de un desarrollo ecoturístico, el cual no contempla la realización de obras o actividades en la zona federal marítimo terrestre, el mar o la playa, cuyas zonas se determinan como un bien de uso común.</p>
<p>“Artículo 20. Las concesiones sobre bienes de dominio público no crean derechos reales; otorgan simplemente frente a la administración y sin perjuicio de terceros, el derecho a realizar los usos, aprovechamientos o explotaciones, de acuerdo con las reglas y condiciones que establezcan las leyes y el acto o título de la concesión.”</p>	<p>Como se ha mencionado con anterioridad, el proyecto no contempla la realización de obras o actividades en la zona federal marítimo terrestre, por lo que no es de observancia el presente artículo.</p>
<p>“Artículo 50. El Ejecutivo Federal, a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, proveerá el uso y aprovechamiento sustentable de la zona federal marítimo terrestre y los terrenos ganados al mar. Con este objetivo, dicha dependencia, previamente, en coordinación con las demás que conforme a la materia deban intervenir, establecerá las normas y políticas aplicables, considerando los planes y programas de desarrollo urbano, el ordenamiento ecológico, la satisfacción de los requerimientos de la navegación y el comercio marítimo, la defensa del país, el impulso a las actividades pesqueras y el fomento de las actividades turísticas y recreativas.”</p>	<p>El proyecto se ajusta al contenido del presente artículo, ya que se ha considerado lo dispuesto en las políticas y normas aplicables en los planes, programas de desarrollo urbano y el ordenamiento ecológico, sin embargo, no pretende hacer uso o aprovechamiento de la zona federal marítimo terrestre.</p>
<p>“Artículo 119. Tanto en el macizo continental como en las islas que integran el territorio</p>	<p>Como ya se ha citado, el proyecto no contempla la realización de obras o actividades en la zona federal marítimo terrestre.</p>

Artículo	Vinculación
<p><i>nacional, la zona federal marítimo terrestre se determinará:</i></p> <p><i>I.- Cuando la costa presente playas, la zona federal marítimo terrestre estará constituida por la faja de veinte metros de ancho de tierra firme, transitable y contigua a dichas playas o, en su caso, a las riberas de los ríos, desde la desembocadura de éstos en el mar, hasta cien metros río arriba;</i></p> <p><i>(...)"</i></p>	

III.5.11. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable ¹²

La Ley en comento contiene objetivos específicos por los que se ordena fomentar cadenas de suministros de productos forestales que garanticen la no deforestación; promover acciones para frenar y revertir la deforestación y la degradación de los ecosistemas forestales y ampliar las áreas de cobertura vegetal; promover el manejo forestal sustentable a fin de contribuir a mantener e incrementar los acervos de carbono, reducir las emisiones provenientes de la deforestación y degradación forestal, establece acciones y criterios tendientes a reducir la vulnerabilidad y fortalecer la resiliencia y la adaptación al cambio climático, así como establece las bases para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por lo que al respecto el proyecto se vincula con las siguientes disposiciones legales.

Tabla III.13. Vinculación del proyecto con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

Artículo	Vinculación
<p>“Artículo 93. <i>La Secretaría solo podrá autorizar 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,</i></p>	<p>Para el desarrollo de las obras y actividades descritas en el Capítulo II del presente documento, en caso de requerir el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, se obtendrá la autorización correspondiente.</p>

¹² Publicada en el DOF el día 05 de junio de 2018, última reforma publicada en el DOF a la fecha de elaboración del presente documento el día 26 de abril de 2021.

Artículo	Vinculación
<p><i>los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, la capacidad de almacenamiento de carbono, 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.</i></p> <p>(...)</p> <p><i>Las autorizaciones que se emitan deberán integrar un programa de rescate y reubicación de especies de la flora y fauna afectadas y su adaptación al nuevo hábitat conforme se establezca en el Reglamento. Dichas autorizaciones deberán sujetarse a lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamientos ecológicos correspondientes, las Normas Oficiales Mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.”</i></p> <p>(...)</p>	
<p>“Artículo 98. <i>Los interesados en el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, deberán comprobar que realizaron el depósito ante el Fondo Forestal Mexicano, por concepto de compensación ambiental, para que se lleven a cabo acciones de restauración de los ecosistemas que se afecten, preferentemente dentro de la cuenca hidrográfica en donde se ubique la autorización del proyecto, en los términos y condiciones que establezca el Reglamento.”</i></p>	<p>Con base el Estudio Técnico Justificativo del presente proyecto que se llegase a presentar, así como en los resultados del mismo que 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 y en las consideraciones que determine la autoridad competente, se presentará el depósito ante el Fondo Forestal Mexicano a que hace referencia el presente artículo.</p>

III.5.12. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable¹³

El 9 de diciembre de 2020 se publicó en el Diario Oficial de la Federación el Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable en virtud de que la ausencia del presente instrumento provocó una acumulación de problemas en cuanto a las formas de

¹³ Publicado en el DOF el día 09 de diciembre de 2020, sin reformas publicadas en el DOF a la fecha de elaboración del presente documento.

cumplir con las regulaciones establecidas en la Ley, en las representaciones estatales de SEMARNAT y la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), que están a cargo de resolver diversos trámites relacionados con el sector forestal. Por ello, era urgente publicar el reglamento para dar certidumbre a los dueños de tierras forestales y orden en la aplicación de la ley.

En materia de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, instruye la presentación de un Estudio Técnico Justificativo para solicitar la autorización correspondiente, en donde se realice un análisis que demuestre que la biodiversidad de los ecosistemas no se verá afectado por el cambio de uso de suelo y que esta situación prevalezca; establece las bases para determinar el monto económico de compensación ambiental correspondiente; delimita la competencia por excepción de la ASEA para la construcción de instalaciones o la realización de actividades y proyectos del Sector Hidrocarburos y, finalmente establece el procedimiento para la obtención de una autorización en materia de cambio de uso de suelo, la modificación de éstas, prórrogas y el establecimiento de obligaciones en materia forestal como es el caso de los avisos de inicio y terminación de obras. Por lo anteriormente expuesto, el presente reglamento guarda relación con el proyecto en virtud de la siguiente vinculación:

Tabla III.14. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

Artículo	Vinculación
<p>Sección VI, Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales. Artículos 139, 141, 143, 144, 146, 148, 149, 151 y 152.</p>	<p>Para el desarrollo de las obras y actividades descritas en el Capítulo II del presente documento, en caso de requerir el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, se obtendrá autorización correspondiente, con las especificaciones establecidas en el presente reglamento.</p>

III.5.13. Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticos e Históricos¹⁴

La presente ley es de utilidad pública, regula y promueve la investigación, protección, conservación, restauración y recuperación de los monumentos arqueológicos, artísticos e históricos y de las zonas de monumentos. La Secretaría de Cultura, el Instituto Nacional de Antropología e Historia, el Instituto Nacional de Bellas Artes y los demás institutos culturales del país, en coordinación con las autoridades estatales, municipales y los particulares, realizarán campañas permanentes para fomentar el conocimiento y respeto a los monumentos arqueológicos, históricos y artísticos. A saber, en virtud de la riqueza cultural e histórica de la zona donde se pretende llevar a cabo el proyecto, éste se vincula con la presente ley de la siguiente manera:

Tabla III.15. Vinculación del proyecto con la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticos e Históricos.

Artículo	Vinculación
<p>“Artículo 29. (...) <i>El que encuentre bienes arqueológicos deberá dar aviso a la autoridad civil más cercana. La autoridad correspondiente expedirá la constancia oficial del aviso, o entrega en su caso, y deberá informar al Instituto Nacional de Antropología e Historia, dentro de las 24 horas siguientes, para que éste determine lo que corresponda.</i>”</p>	<p>En el caso de que durante alguna de las etapas de desarrollo del proyecto se advierta la existencia de algún vestigio arqueológico o paleontológico, se dará el aviso correspondiente a la autoridad correspondiente.</p>

III.6 Normas Oficiales Mexicanas

Las Normas Oficiales Mexicanas (NOMs) tienen una razón de ser en nuestro ordenamiento jurídico, en virtud de la necesidad de regular cuestiones de alta especificidad técnica, que además puede variar de manera constante y rápidamente, por lo cual la dinámica de las mismas requiere de una respuesta pronta que evidentemente ni el legislador ni el Poder Ejecutivo puede dar a tiempo, es por ello que esta tarea se

¹⁴ Publicada en el DOF el 06 de mayo de 1972, última reforma publicada en el DOF a la fecha de elaboración del presente documento el día 16 de febrero de 2018.

encomienda a las dependencias de la administración pública especializadas en determinada materia.

Es por ello, que dentro de nuestro sistema jurídico, las Normas Oficiales Mexicanas son concebidas como la regulación técnica de observancia obligatoria expedida por las dependencias competentes, conforme a las finalidades establecidas por materia, que establece reglas, especificaciones, atributos, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método de producción u operación, así como aquellas relativas a terminología, simbología, embalaje, marcado o etiquetado y las que se refieran a su cumplimiento o aplicación.

En materia ambiental tienen un papel primigenio en virtud de que son actualmente la base más importante que sostiene el esquema comando-control en México, ya que estas definen una serie de condiciones mínimas bajo las cuales deben llevarse a cabo las operaciones de la industria que tengan un efecto en el ambiente. Asimismo, han constituido una forma de darle certidumbre a la industria mexicana al disminuir la discrecionalidad de las autoridades ambientales para fijar condiciones de operación. Las autoridades han encontrado también en las NOMs la principal referencia para llevar a cabo la aplicación de varios instrumentos jurídicos que no son claro respecto de una o varias situaciones ambientales.

Ahora bien, se vinculará el presente proyecto con la Normatividad Ambiental, que se ha considerado aplicable al mismo:

Tabla III.16. Vinculación del proyecto con respecto a la Normatividad ambiental aplicable.

Norma Oficial Mexicana	Vinculación
AGUA	
<p>NOM-001-SEMARNAT-1996 Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.</p>	<p>El proyecto no contempla la disposición de aguas residuales a cuerpos de agua federal, en particular durante la etapa de preparación del sitio y construcción, las aguas residuales generadas serán las producidas por la estancia de trabajadores en la zona de obras; es decir, las aguas residuales provenientes de los sanitarios portátiles, será recolectada por la empresa contratada para ello.</p>

Norma Oficial Mexicana	Vinculación
	<p>Mientras que, durante la etapa de operación y mantenimiento del proyecto, se mantendrá el uso de biodigestores, para el tratamiento de aguas residuales.</p> <p>Finalmente, se menciona que el proyecto cuenta con una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, la cual cuenta con una autorización en materia de impacto ambiental.</p>
<p>NOM-002-SEMARNAT-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.</p>	<p>El proyecto durante ninguna de las etapas de desarrollo contempla la descarga de aguas a la red de alcantarillado, por lo que en su caso se ajustará en lo que le resulte aplicable al contenido de las especificaciones de la presente norma.</p>
<p>NOM-003-CONAGUA-1996, Requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos.</p>	<p>Se mantendrá en observancia el cumplimiento de las normas de referencia en relación a la construcción de pozos de extracción, así como el mantenimiento de los mismos, no obstante que la CONAGUA será la autoridad de verificar el cumplimiento de las mismas.</p>
<p>NOM-004-CONAGUA-1996, Requisitos para la protección de acuíferos durante el mantenimiento y rehabilitación de pozos de extracción de agua y para el cierre de pozos en general.</p>	
AIRE	
<p>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.</p>	<p>El proyecto se vincula con las normas en cita en materia de emisiones a la atmósfera y se supervisará que el parque vehicular, cumpla con un programa de mantenimiento preventivo que deberá ajustarse a los límites máximos permisibles de emisión de contaminantes en cumplimiento a las presentes normas, aunado a que el equipo que sea utilizado deberá operar en óptimas condiciones y en caso contrario ser reemplazado por otro, a fin de cumplir con los límites establecidos en los parámetros de emisión de gases.</p>
<p>NOM-044-SEMARNAT-2006, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales, hidrocarburos no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diésel como combustible.</p>	
<p>NOM-045-SEMARNAT-2006, 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.</p>	
RESIDUOS	
<p>NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación,</p>	<p>Para la realización del proyecto se observará el contenido de la presentes normas, así como a las</p>

Norma Oficial Mexicana	Vinculación
clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	disposiciones previstas en la LGPGIR y su Reglamento; asimismo se precisa que el proyecto ya viene implementando un Programa de Manejo de Residuos, en el que se incluye el manejo de los residuos peligrosos, así como también dentro de la presente MIA-R, se proponen medidas y programas para el manejo de los residuos.
<p>NOM-054-SEMARNAT-1993 Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos.</p>	<p>Aunado a lo anterior, se contratarán los servicios de una empresa acreditada prestadora de servicios de recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos generados durante el desarrollo del proyecto, verificándose previamente que cuente con los permisos correspondientes por parte de la SEMARNAT u otras autoridades, según sea el caso.</p>
RUIDO	
<p>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.</p>	<p>Esta norma se vincula con el proyecto particularmente en la etapa de preparación y construcción, debido a la utilización de vehículos y/o maquinaria. Por lo tanto, es de observancia obligatoria para todo tipo de vehículos el cumplimiento de esta norma, los cuales deberán garantizar sus condiciones óptimas de operación, a fin de cumplir con los límites establecidos en materia de emisión de ruido.</p>
<p>NOM-081-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.</p>	<p>La operación de equipos que se utilicen dentro de las instalaciones de proyecto cumplirá con los parámetros de emisión establecidos por la NOM, de 68 Db(A) diurnos y 65 Db (A) nocturnos. En los casos particulares donde se lleven a cabo espectáculos, se respetará el límite máximo permisible de 100 dB(A) 4 horas máximo al día.</p>
RECURSOS NATURALES	
<p>NOM-059-SEMARNAT-2010.- Que establece la 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.</p>	<p>El proyecto a la fecha viene implementando medidas como lo es el Programa de Protección y Conservación de especies de Flora y Fauna incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, por lo que se seguirán implementando dichas medidas, además de las propuestas en el Capítulo VI de la presente MIA-P.</p>

III.7 Programas de Ordenamiento Ecológico

El ordenamiento ecológico es un instrumento de política ambiental, cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos; mientras que los programas de desarrollo urbano, buscan establecer usos de suelo buscando un crecimiento ordenado de las áreas urbanas principalmente, pues el desarrollo urbano en México se ha caracterizado por la expansión desordenada de sus áreas urbanas, lo que ha generado zonas marginadas, segregación habitacional y la ocupación irregular del suelo en las periferias.

Atendiendo a la intención de los instrumentos antes citados, el proyecto se vinculará con los siguientes Programas:

- Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio; y
- Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Yucatán;

III.7.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), publicado en el Diario Oficial de la Federación el 07 de septiembre de 2012, prevé varios aspectos, entre otros, los siguientes:

- El POEGT es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y vinculara las acciones y programas de la Administración Pública Federal y las entidades paraestatales en el marco del Sistema Nacional de Planeación Democrática, quienes deberán observarlo en sus programas operativos anuales, en sus proyectos de presupuestos y en sus programas de obra pública.
- El POEGT promueve un esquema de coordinación y corresponsabilidad entre los sectores de la Administración Pública Federal –a quienes está dirigido este Programa- que permite generar sinergias y propiciar un desarrollo sustentable en cada una de las regiones ecológicas identificadas en el territorio nacional.

- Por su escala y alcance, el POEGT no tiene como objetivo autorizar o prohibir el uso del suelo para el desarrollo de actividades sectoriales. Cada sector tiene sus prioridades y metas, sin embargo, en su formulación e instrumentación, los sectores adquieren el compromiso de orientar sus programas, proyectos y acciones de tal forma que contribuyan al desarrollo sustentable de cada región.

De lo anterior se desprende que le corresponde a la Administración Pública Federal, y a las entidades Paraestatales, la formulación e instrumentación del POEGT; sin embargo, y a la escala en la que se presentan las Unidades Ambientales Biofísicas (1:2,000,000), la promovente llevó a cabo la revisión de este instrumento de planeación identificando que el proyecto se encuentra en la siguiente Unidad Ambiental Biofísica (UAB):

Tabla III.17. Unidad Ambiental Biofísica aplicable al proyecto.

UAB	Clave de región	Nombre de la UAB	Estrategias	Política Ambiental	Localización	Nivel de atención prioritaria
62	17.33	Karst de Yucatán y Quintana Roo	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 21, 22, 23, 31, 32, 36, 37, 38, 39, 40, 42, 43, 44	Restauración, Protección y Aprovechamiento Sustentable	Oeste, centro, norte y este de Yucatán. Centro, norte y noreste de Quintana Roo	Alta

Lo anterior, se corrobora con la siguiente figura:

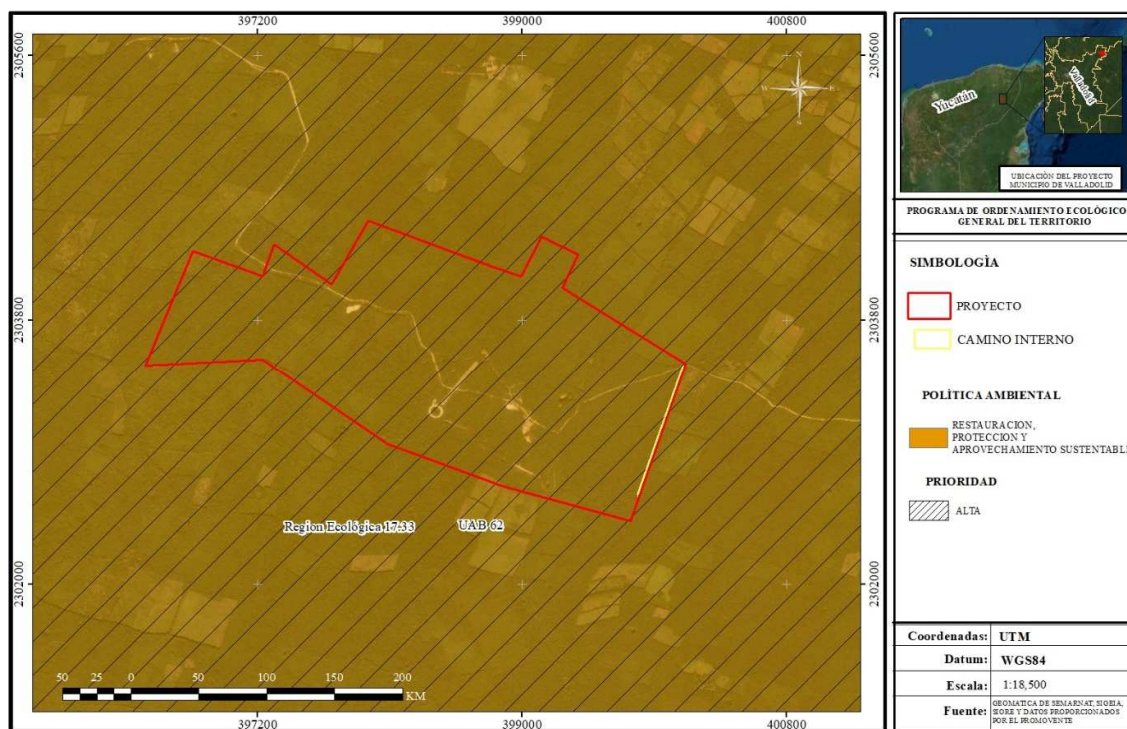


Figura III.2. Ubicación del proyecto con relación al Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

Asimismo, las estrategias ecológicas, definidas como los objetivos específicos, las acciones, los proyectos, los programas y los responsables de su realización dirigidas al logro de los lineamientos ecológicos aplicables en el territorio nacional, 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.

En este sentido, se definieron tres grandes grupos de estrategias: 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, estrategias que el proyecto no contraviene, así como tampoco sus diez

lineamientos, sino más bien coadyuva para el cumplimiento de estos, pues se prevé su realización de manera sustentable.

No obstante lo antes mencionado, se vinculará el proyecto con las estrategias contenidas en el POEGT.

Tabla III.18. Vinculación del proyecto con las estrategias del POEGT aplicables a la UAB 62.

Estrategias	Vinculación con el proyecto
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio	
A) Preservación	<p>1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad.</p> <p>Durante el desarrollo del proyecto se implementarán acciones ambientales de protección y conservación de flora y fauna en el área del proyecto, principalmente enfocadas a especies bajo protección legal o en riesgo, de conformidad a la normatividad en la materia y que a la fecha ya se vienen realizando, a través de un Programa de Manejo Integral de Flora y el Programa de Manejo de Fauna; así como un Programa de Protección y Conservación de especies de Flora y Fauna incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, además de implementarse las medidas que en el Capítulo VI de la presente MIA-P se proponen.</p> <p>2. Recuperación de especies en riesgo.</p> <p>3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.</p> <p>Las acciones ambientales incluidas en los programas antes mencionados contemplan las actividades necesarias para el rescate y reubicación de individuos, que conlleva a la recuperación de especies, particularmente aquellas en riesgo.</p> <p>Así mismo en dichos programas se han establecido medidas para el monitoreo del ecosistema, lo que conlleva a la sustentabilidad ambiental del proyecto en torno al ecosistema en el que pretende desarrollarse.</p>
B) Aprovechamiento Sustentable	<p>4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas,</p> <p>Aun cuando el proyecto no implica el aprovechamiento de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales de</p>

Estrategias	Vinculación con el proyecto
especies, genes y recursos naturales.	forma directa, para prevenir y mitigar los impactos ambientales asociados a su emplazamiento propone los programas y medidas establecidas en el capítulo VI de la presente MIA-P, con un enfoque sustentable.
5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	La presente estrategia no guarda relación con el proyecto, dado que el mismo no pretende el aprovechamiento de suelo agrícola o pecuario.
6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	No guarda relación con el proyecto la presente estrategia, dado que el mismo se asocia al sector turismo, donde la modernización de infraestructura hidroagrícola y la tecnificación de superficies agrícolas no son objeto de éste.
7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	El proyecto no pretende el aprovechamiento de recursos forestales, sin embargo, en la presente MIA-P se proponen medidas para prevenir la pérdida de suelo, mismas que se pueden consultar a detalle en el Capítulo VI.
8. Valoración de los servicios ambientales.	La empresa promovente responsable de la ejecución del proyecto, consciente del compromiso ambiental, ha venido implementando y continuará implementando acciones y medidas que permitan la conservación y protección del ecosistema y sus recursos naturales, y por ende los servicios ambientales que estos nos brindan, como son la captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales; la modulación o regulación climática; la protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida; la protección y recuperación de suelos, entre otros. Por lo que el proyecto es congruente con la estrategia en cita.
C) Protección de los recursos naturales	9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados. El presente proyecto no contempla propiciar el equilibrio ecológico de cuencas y acuíferos sobreexplotados; sin embargo, el presente proyecto con la realización de sus obras y actividades

Estrategias		Vinculación con el proyecto
		no pondrá en riesgo el equilibrio de la cuenca o el acuífero.
	10. Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos.	El proyecto no guarda relación con las actividades señaladas en la presente estrategia, ya que para implementar un reglamento se requiere de la intervención de las autoridades, no obstante ello, el proyecto realizará un uso responsable del agua que utilice, acorde a cada una de las etapas de desarrollo del proyecto.
	11. Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA.	Como ya se ha mencionado, el proyecto se asocia al sector turístico, motivo por el cual no guarda relación con la presente estrategia, dado que el mismo no administrará ninguna presa.
	12. Protección de los ecosistemas.	Durante el desarrollo del proyecto se llevarán a cabo acciones para la conservación y protección de la flora, fauna, suelo, agua, etc., con la finalidad de atenuar, minimizar o compensar los impactos ambientales que se puedan generar, sin comprometer a los ecosistemas presentes.
	13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	El proyecto no guarda relación con las actividades señaladas en la presente estrategia, ya que no pretende la realización de actividades agrícolas o promover el uso de biofertilizantes, pues el propósito de este se relaciona con el sector turístico.
D) Restauración	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	El proyecto no guarda relación con la estrategia de referencia, dado que el mismo no pretende la restauración de ecosistemas forestales o de suelos agrícolas, pues el mismo pretende la operación de un desarrollo ecoturístico. Dentro de la MIA-P se observa que se aplicaron y continuarán aplicando medidas y acciones para procurar su conservación mediante el Programa de Manejo Integral de Flora y las medidas que en la presente MIA-P se proponen, con la finalidad de rescatar y reubicar a las especies que pudieran verse

Estrategias		Vinculación con el proyecto
		afectadas por la construcción del camino. Asimismo, durante el desarrollo del proyecto se llevarán a cabo acciones para la conservación y protección de la flora, fauna, suelo, agua, etc., con la finalidad de atenuar, minimizar o compensar los impactos ambientales que se puedan generar, sin comprometer a los ecosistemas presentes.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.	La presente estrategia no guarda relación con el proyecto, ya que para la realización de esta se requiere de la intervención de las autoridades para rediseñar los instrumentos de política que fomenten el turismo, por lo que aun cuando el proyecto guarda relación con el sector turismo, al tratarse de la operación de un desarrollo ecoturístico, su fin no es el rediseño de políticas para el fomento al turismo.
	22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.	El presente proyecto coadyuvará en el desarrollo turístico, sin embargo, la política dependerá de la instrumentación que las autoridades propongan en documentos que puedan ser considerados, observados o aplicados por los desarrolladores de actividades ecoturísticas, que permitan el desarrollo regional. Asimismo, el proyecto al tener un objeto ecoturístico también coadyuvará a sostener y diversificar la demanda turística, así como en la generación de empleos y el desarrollo económico de la región.
	23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) – beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).	
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana		
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.	El proyecto no guarda relación con la presente estrategia, ya que no realizará actividades que guarden relación con el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas.

Estrategias		Vinculación con el proyecto
	<p>32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.</p>	<p>El proyecto no guarda relación con la presente estrategia, dado que el mismo no pretende frenar la expansión desordenada de las ciudades, sin embargo, se ha ajustado a los programas de ordenamiento que le resultan aplicables.</p>
<p>E) Desarrollo social</p>	<p>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.</p>	<p>La presente estrategia no guarda relación con el proyecto, dado que el mismo no realizará actividades relacionadas con el sector agroalimentario, además de que no tiene por objeto promover la diversificación de actividades productivas, así como tampoco implementar políticas en materia de alimentación.</p>
	<p>37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.</p>	<p>El proyecto no se desarrollará en una localidad rural con prácticas agrarias, motivo por el cual la estrategia en cita no guarda relación con el proyecto. No obstante lo anterior, el proyecto generará empleos temporales y definitivos durante las etapas de preparación de sitio, construcción, operación y mantenimiento, lo cual apoyará a mejorar la economía de las poblaciones cercanas.</p>
	<p>38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.</p>	<p>El proyecto consiste en un desarrollo ecoturístico, mismo que no guarda relación con la presente estrategia.</p>
	<p>39. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.</p>	<p>Atendiendo a las obras y actividades que se pretenden desarrollar por el proyecto, la presente estrategia no guarda relación con el mismo.</p>
	<p>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</p>	<p>Al consistir el proyecto en un desarrollo ecoturístico, la presente estrategia, no guarda relación con el mismo.</p>

Estrategias		Vinculación con el proyecto
	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.	
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.	Dado que las estrategias del presente grupo fortalecen la gestión y coordinación institucional, las cuales únicamente pueden ser cumplidas por las autoridades competentes, no guardan relación con el proyecto, máxime que el mismo guarda relación con el sector turístico; no obstante ello no se afecta 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.	El proyecto no está sujeto a Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos, ya que el mismo tiene por objeto la operación de un desarrollo ecoturístico.
	44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	El proyecto no está sujeto a impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal, sin embargo, se ha ajustado al cumplimiento de estos.

III.7.2. Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán (POETY)

El presente POETY, fue publicado mediante Decreto en el Diario Oficial del gobierno del Estado de Yucatán el 26 de julio del 2007, el cual de conformidad con el Artículo Primero del mismo POETY, tiene por objeto regular los usos del suelo, el aprovechamiento de los recursos naturales, las actividades productivas y el desarrollo urbano, con el fin de

hacer compatible la conservación de la biodiversidad, la protección al ambiente y el aprovechamiento sustentable de los recursos y elementos naturales con el desarrollo urbano y rural del Estado de Yucatán, así como con las actividades económicas que se realicen, sirviendo de base para la elaboración de los programas y proyectos de desarrollo que se pretendan ejecutar en el territorio estatal.

Al respecto, al proyecto le es aplicable el POETY, al ubicarse en la siguiente Unidad de Gestión Ambiental (UGA) como se podrá ver en la siguiente imagen:

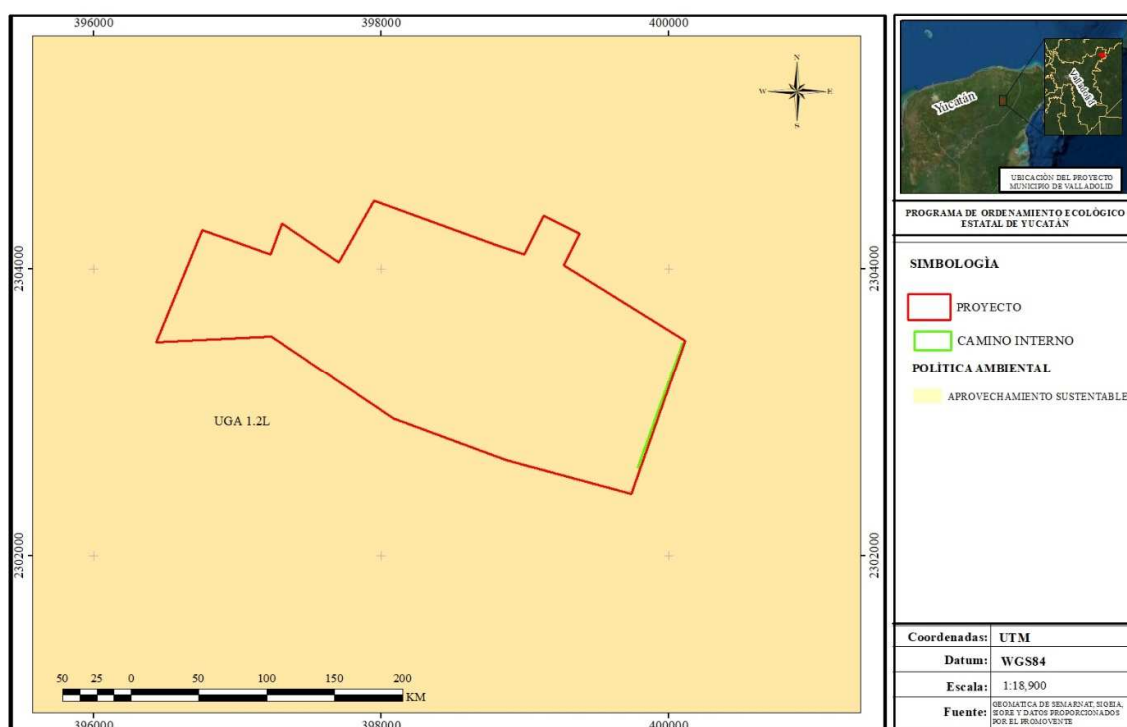


Figura III.3. Ubicación del Proyecto con relación al POETY.

De la anterior imagen se observará que el proyecto se localiza en la UGA 1.2L denominada **“Planicie Chemax”** con un uso principal de ganadería, cuyas características de la misma son las siguientes:

Tabla III.19. Unidad de Gestión Ambiental del POETY aplicable al proyecto.

Clave	Nombre	Política	Usos	Criterios y recomendaciones de manejo
1.2L	Planicie Chemax	Aprovechamiento	<p>Predominante: Ganadería.</p> <p>Compatible: Silvicultura, apicultura, turismo, actividades cinegéticas y agroforestería.</p> <p>Condicionado: Porcicultura, asentamientos humanos e industria.</p> <p>Incompatible: Extracción de materiales pétreos.</p>	<p>P – 1, 2, 5, 6, 9, 12, 13, 14, 16.</p> <p>C – 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 13.</p> <p>R – 1, 5, 6, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21.</p> <p>A – 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 16, 21, 22.</p>

*P= Protección C= Conservación A= Aprovechamiento R= Restauración

De acuerdo con la tabla anterior, dentro de los usos compatibles se contempla al turismo, por lo que el presente proyecto al tratarse de un proyecto ecoturístico, no contravine la Unidad de Gestión Ambiental en que se localiza el proyecto.

Ahora bien, a continuación se vinculará el proyecto con los lineamientos generales aplicables a todas UGA's, así como con los criterios y recomendaciones por política que se relacionan con la UGA aplicable al proyecto.

Tabla III.20. Vinculación del proyecto con los Lineamientos Generales del POETY.

Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán	
Lineamiento	Vinculación
Ajustarse a la legislación y disposiciones aplicables en la materia.	El proyecto se ajusta a la legislación ambiental y demás disposiciones aplicables como se encuentra expresado en el presente Capítulo.
Sujetarse a las disposiciones de los Decretos de creación y/o programas de manejo de las Áreas Naturales Protegidas Federales, Estatales y/o Municipales.	El proyecto no incide en ninguna Área Natural Protegida, por lo que no se ha sujetado a decretos y programas de manejo. Lo anterior se podrá corroborar en el apartado correspondiente del presente Capítulo.
En Áreas Naturales Protegidas, los criterios de protección, conservación, restauración y aprovechamiento son los establecidos en los Decretos y/o programas de manejo y reglas administrativas.	No es de observancia el presente lineamiento al proyecto pues, éste no incide en ninguna Área Natural Protegida (ver apartado correspondiente del presente Capítulo), por lo que no son de observancia los Decretos, Programas de Manejo

Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán	
	y reglas administrativas aplicables a dichas áreas.
Asegurar el uso sustentable de los recursos naturales, mediante la aplicación de los instrumentos establecidos de política ambiental (agua, aire, suelos, forestal, vida silvestre y pesca, etc.).	Corresponde a la autoridad el cumplimiento del presente lineamiento, no obstante, el proyecto coadyuva con el mismo mediante el apego al presente ordenamiento, así como de los demás que han resultado aplicables como se muestra en el presente Capítulo.
Garantizar el uso racional del recurso hídrico, la recarga de los acuíferos y la calidad del agua.	Corresponde a la autoridad el cumplimiento del presente lineamiento. No obstante, ello el proyecto coadyuva con el presente lineamiento, al comprometerse a utilizar racionalmente el agua en todas las fases del proyecto, además de que propone diversas medidas las cuales han quedado plasmadas en el Capítulo VI de la presente MIA-P, además de las que ya se han venido implementando dentro del proyecto.
Prevenir la erosión y degradación de los suelos.	Corresponde a la autoridad la observancia del presente lineamiento. No obstante, el proyecto coadyuvará a través de la implementación de medidas establecidas en el Capítulo VI de la presente MIA-P, así como la continuidad en la implementación del Programa de Manejo Integral de los Residuos y el Programa de Manejo de Flora.
Asegurar el mantenimiento de la diversidad biológica y geográfica del territorio, así como el hábitat de especies vegetales y animales.	Corresponde a la autoridad el mantenimiento de la diversidad biológica y geográfica del territorio, así como el hábitat de especies. Sin embargo, el proyecto coadyuvará con el presente lineamiento mediante la implementación de los Programas de Manejo Integral de Flora y Fauna que se han venido implementando dentro del área del proyecto, así como las medidas establecidas en el Capítulo VI de la presente MIA-P.
Considerar las observaciones de los comités y/o consejos establecidos en la normatividad vigente.	En caso de que durante el procedimiento de evaluación de impacto ambiental se realicen observaciones por otras autoridades y la promovente del proyecto deba observarlas, esta se supeditará a la observaciones que están emitan, siempre y cuando se encuentren dentro del marco legal aplicable.
Incrementar los estudios que permitan aumentar el conocimiento de los recursos y valores naturales.	Corresponde a las autoridades Federales, Estatales y Municipales, en el ámbito de sus respectivas competencias, la observancia del presente lineamiento a fin de identificar los

Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán	
	recursos y valores naturales representativos a fin de regularlas y los particulares puedan ajustarse a dichas regulaciones.
Utilizar los instrumentos económicos para la protección del medio ambiente.	De conformidad con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en su artículo 21 se dispone que la Federación, los Estados y el Distrito Federal, hoy Ciudad de México, en el ámbito de sus respectivas competencias, diseñarán, desarrollarán y aplicarán instrumentos económicos, motivo por el cual en caso de que la autorización de impacto ambiental que se emita por la Autoridad contemple como Condicionante la adquisición por parte de la promovente algún tipo de instrumento económico, se dará cumplimiento a la adquisición del mismo.
Fortalecer y, en caso de ser necesario, reorientar las actividades económicas a fin de hacer más eficiente el uso de los recursos naturales y la protección al ambiente.	Corresponde a la autoridad la observancia del presente lineamiento.
Proteger la recarga de los acuíferos en las áreas de captación de los asentamientos humanos.	El proyecto, no se ubica en un área de asentamientos humanos, sin embargo, su desarrollo no afectará la captación de agua, pues al tratarse de un desarrollo ecoturístico, se ha tratado de mantener superficies permeables que permitan la recarga del acuífero.
Controlar la introducción y el uso de especies ferales e invasoras.	El proyecto no contempla la introducción de especies ferales e invasoras al área del proyecto, por lo que el presente lineamiento no es de observancia para el mismo.
Respetar la integridad funcional, la capacidad de carga, regeneración y funcionamiento de los geosistemas.	En todo momento el proyecto ha dado cumplimiento al criterio de referencia, dado que se ha asegurado la integridad funcional y capacidad de carga, regeneración y funcionamiento de los geosistemas al contemplarse un proyecto ecoturístico, el cual tiene como objetivo principal, el disfrute de la naturaleza misma, manteniendo el equilibrio ecológico y la permanencia del ecosistema; así como también se han implementado medidas para compensar, reducir o minimizar los impactos ambientales que se pudiera generar.
Fomentar el uso sustentable de los recursos naturales mediante tasas que no excedan su capacidad de renovación.	El objetivo del presente proyecto es el de brindar un servicio ecoturístico, fomentando en todo momento la correcta relación entre los seres

Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán	
	humanos y los ecosistemas presentes en la zona del proyecto, por lo que se coadyuva con el presente lineamiento.
Reorientar la forma actual de aprovechamiento de los recursos naturales, para lograr su utilización sustentable.	El proyecto es congruente con el presente criterio dado que al tratarse de un desarrollo ecoturístico su principal finalidad es realizar una práctica turística ambientalmente responsable, consistente en visitar la naturaleza, con el fin de disfrutar, apreciar y observar los atractivos naturales, a través de un proceso compatible con la conservación, lo cual es congruente con lo establecido en el presente lineamiento.
Desarrollar las actividades económicas en los diferentes sectores bajo criterios ambientales.	El proyecto es coadyuvante con el presente criterio dado los atractivos turísticos con entornos naturales como es el caso del proyecto, benefician a la comunidad aledaña al mismo, atendiendo criterios ambientales.
Realizar la gestión y el manejo integral de los residuos, de acuerdo a la normatividad.	Para el desarrollo del proyecto se ha propuesto en la presente MIA-P diversas medidas, no obstante ello dentro del área del proyecto ya se viene implementando un Programa de Manejo Integral de Residuos en el que establecen las actividades referentes al manejo de los residuos generados en cada una de las etapas del proyecto conforme a lo establecido en la legislación y normatividad aplicable.
Hacer compatibles los proyectos de desarrollo a los requerimientos y disposiciones de los programas de ordenamiento local del territorio y/o de manejo de las áreas protegidas.	El proyecto se ajusta al presente lineamiento, pues como podrá observarse en este Capítulo se han considerado los diversos instrumentos de política ambiental aplicables al proyecto; asimismo, como se ha mencionado con anterioridad el proyecto no se localiza dentro de ningún Área Natural Protegida, razón por la cual no resulta aplicable los Decretos o Programas de Manejo de estas.
Controlar y minimizar las fuentes de emisión a la atmósfera.	En la realización del presente proyecto, se contempló únicamente la generación de emisiones a la atmósfera durante las etapas de preparación de sitio y construcción, para lo cual se propone en la presente MIA-P, en su Capítulo VI, para las obras restantes la implementación de medidas para el control y minimización de las emisiones generadas por la maquinaria a utilizar; no obstante que se continuará observando a las Normas Oficiales Mexicanas aplicables al

Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán	
	proyecto en materia de emisiones por lo que se dará cumplimiento al presente lineamiento.
Incentivar la producción de bienes y servicios que respondan a las necesidades económicas, sociales y culturales de la población bajo criterios ambientales.	Corresponde a la autoridad incentivar la producción de bienes y servicios. Por otra parte, el proyecto mediante el fomento del empleo durante todas las etapas de desarrollo del mismo, coadyuvando a las necesidades económicas, sociales y culturales de la población bajo criterios ambientales, dado que el proyecto pretende el formar parte del turismo sustentable de la zona, por lo que se coadyuva con el presente lineamiento.
En la construcción de cualquier tipo de infraestructura o equipamiento, se deberá contar con un estudio previo de afectación a zonas de valor histórico o arqueológico.	No es de observancia el presente lineamiento al proyecto dado que el mismo se localiza fuera de áreas de valor histórico o arqueológico.
No permitir el depósito de desechos sólidos y las descargas de drenaje sanitario y/o industrial sin tratamiento al mar o cuerpos de agua.	Durante la etapa de preparación del sitio y construcción, el proyecto contempla la contratación de servicios de renta de sanitarios portátiles con una empresa autorizada, la cual será la encargada del retiro y disposición final de los residuos. Durante la etapa de operación se implementará el uso de biodigestores, para el tratamiento de aguas residuales. Finalmente, se menciona que el proyecto tiene una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, la cual ya cuenta con una autorización.
Todo sitio para la ubicación de rellenos sanitarios locales o regionales deberá contar con un estudio específico que establezca criterios ecológicos para la selección del sitio, la construcción, la operación y la etapa de abandono del mismo, así como las medidas de mitigación del impacto al manto freático y la alteración de la vegetación presente.	No es aplicable el lineamiento al proyecto tomando en consideración que éste contempla la implementación de un desarrollo ecoturístico y no guarda relación con la construcción de un relleno sanitario.
Promover zonas de vegetación natural dentro de las áreas urbanas.	Corresponde a la autoridad la observancia del presente lineamiento, adicionalmente el proyecto se ubica fuera de zonas urbanas.
En el desarrollo de los asentamientos humanos deberá evitarse la afectación (tala, extracción, caza, captura, etc.) de selvas, manglares, ciénaga y dunas entre otros, excepto en aquellos casos en que de manera específica se permita alguna actividad; así como la afectación las poblaciones de flora y	El lineamiento no es de observancia al proyecto, considerando que no contempla los asentamientos humanos; sin embargo, en el Capítulo VI de la presente MIA-P se establecen las medidas para mitigar los impactos que puedan ser generados por el proyecto, además de que se manifiesta que ya se viene implementando un

Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán	
fauna endémicas, amenazadas o en peligro de extinción. En su caso, se establecerán medidas de mitigación o compensación de acuerdo a la normatividad ambiental vigente.	Programa de Manejo Integral de Flora y otro de Fauna a los cuales se dará continuidad.
Establecer programas educativos para incorporar a la ciudadanía en el manejo ambiental urbano (basura, ruido, erosión, etc.), a través de material educativo y cursos específicos.	Corresponde a la autoridad la observancia del presente lineamiento, sin embargo, se prevé la implementación del Programa de Visita Responsable y Educación Ambiental cuyos objetivos son coadyuvantes al presente lineamiento.
Fortalecer e integrar los programas para la recuperación de los valores naturales y culturales del territorio.	Corresponde a la autoridad la observancia del presente lineamiento, sin embargo, en el proyecto ya se tiene previsto la implementación de un Programa de Visita Responsable y Educación Ambiental responsable a fin de que se tome conciencia acerca de los valores de la zona.
Fomentar la creación de Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS).	El lineamiento de mérito no es de observancia para el proyecto dado que el mismo no tiene por objeto la creación de UMAS.
Elaborar programas de manejo forestal para la protección y uso de las selvas y recursos forestales.	El presente proyecto no guarda relación con el presente lineamiento dado que no pretende la elaboración de programas de manejo forestal, sin embargo, se coadyuva con el mismo ya que se realizarán actividades reforestación, como parte de las medidas propuestas en la presente MIA-P y que podrá ser consultada a mayor detalle dentro del Capítulo VI.
El crecimiento de los asentamientos humanos deberá limitarse a las áreas y criterios establecidos en los Programas de Desarrollo Urbano y al presente Ordenamiento.	El lineamiento de referencia no es de observancia para el proyecto, en virtud de que no se pretenden realizar obras y/o actividades relacionadas con los asentamientos humanos, no obstante ello en la zona del proyecto únicamente es aplicable el presente POETY y el cual se está observando a fin de evidenciar ante la autoridad su cumplimiento.
En la definición de nuevas reservas territoriales para asentamientos humanos deberán evaluarse las condiciones físicas, biológicas y socioeconómicas locales en congruencia con la propuesta de ordenamiento ecológico.	El proyecto no contempla los asentamientos humanos, sin embargo, se han considerado las condiciones físicas, biológicas y socioeconómicas de la zona en que se localizará atendiendo a lo previsto por el presente POETY.
Establecer viveros e invernaderos para producción de plantas nativas con fines comerciales y de restauración.	El proyecto no prevé el establecimiento de viveros o invernaderos para producción de plantas; sin embargo dentro del proyecto ya se viene implementando un Programa de Manejo Integral

Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán	
	de Flora, dentro del cual se establecieron las medidas para el rescate y reubicación de flora; además de las medidas que en la presente MIA-P se proponen, y entre ellas contemplarse actividades de reforestación dentro de la zona del proyecto, por lo que se coadyuva con el presente lineamiento.
El aprovechamiento intensivo de la fauna silvestre debe estar acorde a las aptitudes del ecosistema.	El lineamiento no es de observancia para el proyecto, ya que no es objeto del mismo el aprovechamiento de fauna silvestre.
Establecer medidas de rehabilitación en los cuerpos de agua afectados.	El proyecto no afectará cuerpos de agua, dado que pretende una actividad ecoturística donde no se afectará el funcionamiento hidrológico de la zona; no obstante ello, a fin de mantener la adecuada calidad del agua a la fecha ya se viene implementando un Programa de Monitoreo de Agua subterránea; además de que se implementarán acciones y medidas, las cuales han quedado propuestas dentro del Capítulo VI de la presente MIA-P.
Remediación y recuperación de suelos contaminados.	El área del proyecto no se trata de un sitio contaminado. No obstante ello, en el Capítulo VI de la presente MIA-P se establecen las medidas para prevenir la contaminación de suelo y de presentarse alguna situación que pudiera hacerlo, se implementarán las acciones previstas por la Ley y reglamento de la materia.
Las actividades de restauración ecológica a realizarse en estas unidades tendrán especial énfasis en el restablecimiento y protección de las poblaciones afectadas de fauna y flora silvestre de importancia para los ecosistemas presentes.	El proyecto no contempla actividades de restauración ecológica, no obstante que a la fecha dentro del proyecto se ha venido implementando un Programa de Manejo Integral de Flora y el Programa de Manejo de Fauna; así como un Programa de Protección y Conservación de especies de Flora y Fauna incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, además de implementarse las medidas que en el Capítulo VI de la presente MIA-P se proponen con lo que se coadyuva con el presente lineamiento.
En el ámbito de sus competencias, el Estado y los Municipios deben establecer zonas prioritarias para la restauración ecológica, que coadyuven con el sistema de áreas naturales protegidas de Yucatán, para la restauración y conservación de los recursos naturales.	Corresponde a la autoridad el establecimiento de zonas prioritarias para la restauración ecológica.

Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán	
<p>La construcción de nuevas vialidades debe evitar la fragmentación del hábitat en áreas de conservación de flora y fauna y ANP's.</p>	<p>El proyecto contempla la construcción de un camino de acceso como parte de la red de caminos internos dentro del área del proyecto, sin embargo no se afectarán áreas de conservación de flora y fauna o se ubica dentro ANP's tal como se podrá corroborar dentro del apartado de la presente MIA-P, no obstante ello el proyecto coadyuva con el presente lineamiento dado que se ha venido implementando un Programa de Manejo Integral de Flora y un Programa de Manejo de Fauna, además de un Programa de Protección y Conservación de especies de Flora y Fauna incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p>

Una vez vinculados los lineamientos generales establecidos en el POETY, resulta evidente observar y vincular los criterios y recomendaciones aplicables a la UGA 1.2L, correspondiente a la Planicie de Chemax, donde se ubica el polígono donde se desarrolla el proyecto y se llevarán a cabo las obras y actividades nuevas.

Tabla III.21. Vinculación del proyecto con los criterios y recomendaciones por política aplicables a la UGA 1.2L del POETY.

No.	Criterios y recomendaciones por política	Vinculación
Protección		
1	<p>Promover la reconversión y diversificación productiva bajo criterios ecológicos de los usos del suelo y las actividades forestales, agrícolas, pecuarias y extractivas, que no se estén desarrollando conforme a los requerimientos de protección del territorio.</p>	<p>El presente proyecto no tiene por objeto la reconversión y diversificación productiva, sin embargo, se ha observado que el uso de suelo compatible en el que se ubica lo es con el turismo, por lo que al tratarse de un proyecto ecoturístico se desarrolla conforme a los requerimientos de protección del territorio.</p>
2	<p>Crear las condiciones que generen un desarrollo socioeconómico de las comunidades locales que sea compatible con la protección.</p>	<p>Corresponde a los gobiernos la observancia del presente criterio, sin embargo, el proyecto mediante el fomento del empleo durante la etapa de preparación del sitio y construcción, así como en la de operación, en donde se promoverá la afluencia del turismo, se coadyuva con el criterio en cuanto a que también habrá un crecimiento</p>

No.	Criterios y recomendaciones por política	Vinculación
		económico de la región mediante el impulso del turismo sustentable.
5	No se permite el confinamiento de desechos industriales, tóxicos y biológico-infecciosos.	El proyecto cumple el presente criterio, ya que no confinará desechos industriales, tóxicos y/o biológico-infecciosos.
6	No se permite la construcción a menos de 20 m de distancia de cuerpos de agua, salvo autorización de la autoridad competente.	Al respecto se menciona que el presente proyecto contó con la autorización del proyecto al amparo de una resolución en materia de impacto ambiental Estatal, por lo que se dio cumplimiento al presente criterio ya que se obtuvo la autorización correspondiente; no obstante ello, dentro de la presente MIA-P se solicita la autorización en materia de impacto ambiental, por la operación del mismo, en cuanto a aquellas obras hidráulicas de competencia de Federación; tal como se mencionó en la resolución de PROFEPA. Además de que las obras pendientes de realización, dan cumplimiento al presente criterio.
9	No se permite la quema de vegetación, de desechos sólidos ni la aplicación de herbicidas y defoliantes.	El proyecto es congruente con el presente criterio, ya que no llevará a cabo la quema de vegetación ni de residuos sólidos en ninguna etapa del proyecto.
12	Los proyectos a desarrollar deben garantizar la conectividad de la vegetación entre los predios colindantes que permitan la movilidad de la fauna silvestre.	A partir de que el presente proyecto se plantea como un proyecto ecoturismo, ha sido relevante mantener la conectividad y que predomine el ambiente natural, por lo que en todo momento sea favorecido y en consecuencia la posibilidad de que movilidad de la fauna continúe.
13	No se permiten las actividades que degraden la naturaleza en las zonas que formen parte de los corredores biológicos.	El proyecto no tiene como finalidad actividades que degraden la naturaleza, pues contrario a ello, el proyecto lo que pretende es que la misma se aprecie a partir de que se trata de un proyecto ecoturístico, asimismo, pretende conservar la mayor parte de la cobertura vegetal del polígono del proyecto, áreas que seguirán funcionando como áreas de tránsito para las especies locales, motivo por el cual no se degrada la naturaleza y se da cumplimiento al presente criterio.
14	Deben mantenerse y protegerse las áreas de vegetación que permitan la recarga de acuíferos.	El proyecto da cumplimiento al presente criterio, ya que al tratarse de un proyecto ecoturístico ha predominado el suelo natural, lo cual permite la infiltración de agua al acuífero, asimismo, es importante mencionar que para la realización del

No.	Criterios y recomendaciones por política	Vinculación
		proyecto se contaron con las autorizaciones correspondientes para la remoción de vegetación, así como también se somete a la autorización de la autoridad en materia de impacto ambiental el cambio de uso de suelo, para la realización del camino que se propone. Cabe mencionar, que en la presente MIA-P se proponen medidas entre las que se encuentra la reforestación, actividad que favorecerá al cumplimiento del presente criterio, asimismo se resalta que la fecha se ha venido implementando un Programa de Manejo de Flora.
16	No se permite el pastoreo en áreas de corte forestal que se encuentren en regeneración.	El proyecto da cumplimiento al presente criterio, ya que no pretende llevar a cabo actividades de pastoreo.
Conservación		
1	Los proyectos de desarrollo deben considerar técnicas que disminuyan la pérdida de la cobertura vegetal y de la biodiversidad.	El proyecto da cumplimiento al presente criterio, dado que al conceptualizarse como un proyecto ecoturístico en el que se pueda apreciar la belleza natural de la zona ha sido el factor principal, el cual ha procurado evitar la pérdida de cobertura vegetal, no obstante ello, en la presente MIA-P se propone como parte de las medidas la realización de actividades de reforestación.
2	Prevenir la erosión inducida por las actividades antropogénicas.	El proyecto coadyuvará con el presente criterio, dado que ha venido implementando medidas a fin de prevenir cualquier afectación al suelo, además de las medidas que en la presente MIA-P se proponen.
3	Controlar y/o restringir el uso de especies exóticas.	En ninguna etapa de proyecto se prevé la introducción y/o uso de especies exóticas o invasoras, atendiendo principalmente a la naturaleza del proyecto.
4	En el desarrollo de proyectos, se debe proteger los ecosistemas excepcionales tales como selvas, ciénagas, esteros, dunas costeras entre otros; así como las poblaciones de flora y fauna endémicas, amenazadas o en peligro de extinción, que se localicen dentro del área de estos proyectos.	Para la realización del proyecto se han valorado los ecosistemas excepcionales, no obstante que para su realización se han obtenido las autorizaciones correspondientes, así como en el presente acto también se está considerando la solicitud de autorización correspondiente. Es importante mencionar que el proyecto a fin de prevenir, evitar o atenuar los efectos que con la realización del proyecto se han ocasionado, ha venido implementando diversos programas entre los que se encuentra un Programa de Manejo Integral de Flora y un Programa de Manejo de

No.	Criterios y recomendaciones por política	Vinculación
		Fauna, además de un Programa de Protección y Conservación de especies de Flora y Fauna incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, los cuales se seguirán implementando, además de las medidas que en el Capítulo VI de la presente MIA-P se proponen; motivo por el cual se da cumplimiento al presente criterio.
5	No se permite la instalación de bancos de préstamo de material en unidades localizadas en ANP's, cerca de cuerpos de agua y/o dunas costeras.	Dentro del presente proyecto no se establece la instalación de bancos de préstamo de material, por lo que se da cumplimiento al presente criterio.
6	Los proyectos turísticos deben de contar con estudios de capacidad de carga.	Dada la naturaleza del proyecto, al tratarse de la implementación de un desarrollo ecoturístico, se presente como parte de la presente MIA-P el estudio de capacidad de carga a que hace referencia el presente criterio.
7	Se debe establecer programas de manejo y de disposición de residuos sólidos y líquidos en las áreas destinadas al ecoturismo.	<p>Dada la naturaleza del proyecto, durante la etapa de preparación del sitio y construcción, el proyecto contempla la contratación de servicios de renta de sanitarios portátiles con una empresa autorizada, la cual será la encargada del retiro y disposición final de los residuos. Durante la etapa de operación se implementará el uso de biodigestores, para el tratamiento de aguas residuales.</p> <p>Adicionalmente, se menciona que el proyecto cuenta con una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, la cual ya cuenta con una autorización.</p> <p>Asimismo se menciona, que dentro del proyecto se ha venido implementando un Programa de Manejo Integral de Residuos en el que se incluye el manejo de los residuos sólidos, el cual se seguirá implementando, además de las medidas que en la presente MIA-P se proponen.</p>
8	No se permite la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre la vegetación nativa, zona federal marítimo terrestre, zonas inundables y áreas marinas.	Para el manejo de los residuos generados en cada una de las etapas del proyecto se implementarán las medidas establecidas en el Capítulo VI de la presente MIA-P, además de que se seguirá implementando el Programa de Manejo Integral de Residuos, por lo que se dará cumplimiento puntual al presente criterio en la parte que le sea aplicable.
9	Las vías de comunicación deben contar con drenajes suficientes que	

No.	Criterios y recomendaciones por política	Vinculación
	permitan el libre flujo de agua, evitando su represamiento.	El presente proyecto no prevé la construcción de una vía de comunicación, únicamente un camino interno.
10	El sistema de drenaje de las vías de comunicación debe sujetarse a mantenimiento periódico para evitar su obstrucción y mal funcionamiento.	
13	Los proyectos de desarrollo deben identificar y conservar los ecosistemas cuyos servicios ambientales son de relevancia para la región.	El proyecto da cumplimiento al presente criterio, ya que ha identificado los servicios ambientales que se proporcionan en la zona en que se desarrollará el proyecto siendo el ecoturismo una actividad compatible.
Aprovechamiento		
1	Mantener las fertilidades de los suelos mediante técnicas de conservación y/o agroecológicas.	El presente criterio no es de observancia para el proyecto, ya que no prevé el mantenimiento de fertilidades del suelo y en consecuencia no implementará técnicas de conservación y/o agroecológicas.
2	Considerar prácticas y técnicas para la prevención de incendios.	El proyecto se ajustará a la normatividad aplicable en la materia para la prevención de incendios en las instalaciones de este. Asimismo, como parte del proyecto, el camino interno propuesto además de ser para el servicio dentro del mismo, también servirá como brecha cortafuego.
3	Reducir la utilización de agroquímicos en los sistemas de producción, favoreciendo técnicas ecológicas y de control biológico.	El control biológico se utiliza principalmente en plagas que afectan a cultivos, pero puede ser muy provechoso en el control de especies exóticas invasoras o de plagas que afecten al medio natural; por el que el presente proyecto no tiene por objeto, llevar a cabo actividades agrícolas.
4	Impulsar el control integrado para el manejo de plagas y enfermedades.	Corresponde a la autoridad la observancia del presente criterio o bien, de aquellos que se dedican a la agricultura, lo cual no es materia del caso que nos ocupa.
5	Promover el uso de especies productivas nativas que sean adecuadas para los suelos, considerando su potencial.	El presente criterio no es de observancia al proyecto, ya que corresponde a la autoridad la observancia de este. Sin embargo, dentro de la presente MIA-P se prevé la realización de actividades de reforestación, para lo cual se hará uso de especies nativas.
6	Regular las emisiones y fuentes de contaminación de las granjas porcícolas, acuícolas o avícolas, de	El proyecto no guarda relación con el presente criterio, dado que no tiene por objeto regular las emisiones, sin embargo en las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto

No.	Criterios y recomendaciones por política	Vinculación
	acuerdo a lo estipulado por la autoridad competente.	se tomarán en consideración las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.
7	Permitir el ecoturismo de baja densidad en las modalidades de contemplación y senderismo.	El proyecto coadyuva con el presente criterio, dado que el proyecto se ha conceptualizado como ecoturístico.
8	En las actividades pecuarias debe fomentarse la rotación de potreros y el uso de cercos vivos con plantas nativas.	El criterio no es de observancia para el proyecto dado que el mismo no realizará actividades pecuarias.
9	El desarrollo de infraestructura turística debe considerar la capacidad de carga de los sistemas, incluyendo las posibilidades reales de abastecimiento de agua potable, tratamiento de aguas residuales, manejo de residuos sólidos y ahorro de energía.	<p>El proyecto ecoturístico propuesto, ha observado la capacidad de carga del ecosistema existente en la zona del proyecto, además de que las aguas residuales que se generen en la etapa de preparación del sitio y construcción por los sanitarios portátiles de los trabajadores, serán tratadas y recolectadas por la empresa que se contrate para otorgar dicho servicio.</p> <p>Mientras que, durante la etapa de operación y mantenimiento del proyecto, se mantendrá el uso de biodigestores, para el tratamiento de aguas residuales.</p> <p>Para la operación del proyecto se extraerá agua a través de pozo, la cual será tratada mediante planta de ósmosis, que ya se cuenta con autorización de impacto ambiental federal y se ha ingresado a la CONAGUA la solicitud correspondiente.</p> <p>Finalmente, se menciona que el proyecto cuenta con una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales con autorización.</p>
11	Promover la creación de corredores de vegetación entre las zonas urbanas e industriales.	El proyecto no tiene por objeto promover la creación de corredores, sin embargo al tratarse de un proyecto ecoturístico se ha mantenido la vegetación existente en la zona, además de que se han implementado diversos programas como el Programa de Manejo Integral de Flora y un Programa de Manejo de Fauna, además de un Programa de Protección y Conservación de especies de Flora y Fauna incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y los cuales se seguirán implementando además de las medidas que en esta MIA-P se proponen.

No.	Criterios y recomendaciones por política	Vinculación
12	Utilizar materiales naturales de la región en la construcción de instalaciones ecoturísticas.	El proyecto se ajusta a la normatividad aplicable, en virtud de que, en la implementación de las obras ya realizadas, así como las que aún no se han realizado, se han utilizado y se utilizarán materiales propios de la región o que van acorde con el concepto ecoturístico.
13	En áreas agrícolas productivas debe promoverse la rotación de cultivos.	El proyecto no realizará rotación de cultivos ni ninguna actividad relacionada con la agricultura.
14	En áreas productivas para la agricultura deben de integrarse los sistemas agroforestales y/o agrosilvícolas, con diversificación de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas.	El proyecto no guarda relación con el presente criterio en virtud de que se pretende la implementación de un desarrollo ecoturístico y no la producción agrícola.
15	No se permite la ganadería semi-extensiva y la existente debe transformarse a ganadería estabulada o intensiva.	El criterio no es de observancia al proyecto, ya que no realizará ninguna actividad relacionada con la ganadería.
16	Restringir el crecimiento de la frontera agropecuaria en zonas de aptitud forestal o ANP's.	Para el cumplimiento del presente criterio deben intervenir las autoridades competentes para ello, no obstante que el proyecto no desarrollará actividades agropecuarias.
21	Promover las actividades cinegéticas en las zonas de pastizales inducidos.	El criterio no guarda relación con el proyecto, ya que no realizará actividades cinegéticas.
22	En la superficie destinada a la actividad ganadera debe establecerse vegetación forrajera en una densidad mayor a los pastos introducidos.	Para el desarrollo del proyecto no se prevé la realización de actividades ganaderas, motivo por el cual el presente criterio no es de observancia para el proyecto.
Restauración		
1	Recuperar las tierras no productivas y degradadas.	Corresponde a la autoridad la observancia del presente criterio y por tanto la recuperación de tierras no productivas y degradadas. En lo que concierne al proyecto, se llevarán a cabo medidas para la prevención de la erosión del suelo, así como actividades de reforestación, estas medidas pueden ser consultadas para mayor detalle en el Capítulo VI de la presente MIA-P, además de que se seguirán implementando las medidas y programas aprobadas para el proyecto.
5	Recuperar la cobertura vegetal en zonas con proceso de erosión y perturbadas.	El proyecto se localiza en un política de aprovechamiento y no de restauración, además de que el uso de suelo es compatible con el turismo;

No.	Criterios y recomendaciones por política	Vinculación
		sin embargo, la manera en que se coadyuva con el presente criterio será mediante la implementación de medidas y programas que ya se vienen realizando, así como las medidas que dentro del Capítulo VI de la presente MIA-R se proponen.
6	Promover la recuperación de poblaciones silvestres.	El proyecto no tiene por objeto promover la recuperación de poblaciones silvestres; sin embargo para el desarrollo del proyecto se seguirán implementando los Programa de Manejo Integral de Flora y un Programa de Manejo de Fauna, además de un Programa de Protección y Conservación de especies de Flora y Fauna incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 más las medidas que dentro de la presente MIA-P se proponen.
8	Promover la restauración del área sujeta a aprovechamiento turístico.	El uso de suelo donde se desarrolla el proyecto es compatible con el turismo, adicionalmente no tiene por objetivo promover la restauración, sin embargo, resulta importante mencionar que con el objetivo de mantener las condiciones naturales de la zona, se han venido implementando diversos programas y medidas a los cuales se les dará continuidad, así como también, dentro de la presente MIA-P también se proponen medidas a fin de mantener los procesos naturales.
9	Restablecer y proteger los flujos naturales de agua.	El proyecto coadyuva con el presente criterio, dado que actualmente a fin de proteger los flujos de agua naturales, se ha venido implementando un Programa de Monitoreo de Agua Subterránea, mismo que se seguirá implementando, así como las medidas que en el Capítulo VI de la presente MIA-P se proponen.
11	Restaurar superficies dañadas con especies nativas.	El proyecto es congruente con el presente criterio, en virtud de que en el Capítulo VI de la presente MIA-P se establecen las medidas para mitigar los impactos que puedan ser generados por el proyecto a la flora y fauna presente, así como también dentro del proyecto ya se viene implementando un Programa de Manejo Integral de Flora a través del cual se proponen las medidas destinadas al rescate y reubicación de especies, así como un Programa de Protección y Conservación de especies de Flora y Fauna incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

No.	Criterios y recomendaciones por política	Vinculación
12	Restaurar zonas cercanas a los sitios de extracción para la protección del acuífero.	El presente criterio deberá ser cumplido por las autoridades competentes para ello, dado que el presente proyecto no pretende la realización de actividades de restauración, sin embargo implementará un programa de reforestación, el cual podrá ser consultado a mayor detalle dentro del Capítulo VI de la presente MIA-R.
13	En la restauración de bancos de préstamo de material pétreo, la reforestación debe llevarse a cabo con una densidad mínima de 1000 árboles por ha.	Los criterios no son de observancia al proyecto, ya que no realizará ninguna actividad consistente en la restauración de bancos de préstamo de material pétreo, sin embargo se prevén actividades de reforestación dentro del polígono del proyecto.
14	En la restauración de bancos de préstamo de material pétreo se debe asegurar el desarrollo de la vegetación plantada y en su caso se repondrán los ejemplares que no sobrevivan.	
15	En la restauración de bancos de préstamo de material pétreo la reforestación debe incorporar ejemplares obtenidos del rescate de vegetación en caso de desplante de los desarrollos turísticos, industriales o urbanos.	
16	Establecer programas de monitoreo ambiental.	El proyecto se ajusta al contenido del presente criterio, debido a que dentro del capítulo VI de la presente MIA-P se proponen planes y programas específicos con la finalidad establecer las medidas para mitigar los impactos que puedan ser generados por el proyecto, así como los planes y programas para monitorear los resultados obtenidos. No obstante ello a la fecha ya se implementa un Sistema de Manejo de Gestión Ambiental.
17	En áreas de restauración se debe restituir al suelo del sitio la capa vegetal que se retiró, para promover los procesos de infiltración y regulación de escurrimientos.	El proyecto no se localiza en un área de restauración, sino en una zona que es compatible con el uso turístico, no obstante ello a partir de que el presente proyecto es ecoturístico, los procesos de infiltración continuarán dado que lo que prevalece es el ambiente natural.
18	En la fase de restauración del área de extracción de materiales pétreos, el piso del banco debe estar cubierto en su totalidad por una capa de suelo fértil	El presente criterio no guarda relación con el proyecto, ya que el proyecto, no pretende la realización de actividades de restauración en áreas de extracción de materiales pétreos.

No.	Criterios y recomendaciones por política	Vinculación
	de un espesor igual al que originalmente tenía.	
19	Los troncos, tocones, copas, ramas, raíces y matorrales deben ser triturados e incorporados al suelo fértil que será apilado en una zona específica dentro del polígono del banco en proceso de explotación, para ser utilizado en los programas de restauración del área.	El criterio no le es aplicable al proyecto, ya que no realizará ninguna actividad consistente en la restauración de bancos de préstamo de material pétreo. Sin embargo, como parte de las medidas para prevenir y mitigar los impactos generados por la ejecución de este proyecto, se ha venido implementando un Programa de Manejo Integral de Flora y un Programa de Manejo de Fauna, y además dentro de la presente MIA-P se proponen medidas, las cuales podrán ser consultadas a detalle dentro del Capítulo VI de la presente MIA-P.
20	En el banco de extracción el suelo fértil debe retirarse en su totalidad, evitando que se mezcle con otro tipo de material. La tierra vegetal o capa edáfica producto del despalme debe almacenarse en la parte más alta del terreno para su posterior utilización en las terrazas conformadas del banco y ser usada en la etapa de reforestación.	El no contempla ninguna obra o actividad relacionada con bancos de préstamo de material pétreo.
21	Una vez que se dé por finalizada la explotación del banco de materiales y se concluya la restauración del mismo, se debe proceder a su reforestación total de acuerdo a lo propuesto en el programa de recuperación y restauración del área impactada utilizando como base la vegetación de la región o según indique la autoridad competente.	El criterio no guarda relación con el proyecto, ya que no realizará ninguna actividad consistente en la restauración de bancos de préstamo de material pétreo.

III.8 Instrumentos de Planeación

El desarrollo nacional se enmarca en el contexto particular que viven los países en un momento determinado. Las circunstancias históricas, políticas, sociales y culturales confluyen en los retos y posibilidades para el nivel de desarrollo actual. En el caso de nuestro país, la planeación del desarrollo está encuadrada por el contexto internacional

que se vive y por la historia y evolución reciente de nuestra economía. La planeación del desarrollo está encuadrada por el contexto internacional que se vive y por la historia y evolución reciente de nuestra economía.

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, establece la planeación del desarrollo nacional como el eje que articula las políticas públicas que lleva a cabo el Gobierno de la República, pero también como la fuente directa de la democracia participativa a través de la consulta con la sociedad.

Tomando en cuenta el contenido de nuestra Constitución, y a partir del Plan Nacional de Desarrollo vigente, los Estados alineados a este plan emiten sus propios planes y a su vez los Municipios, por lo que tomando en cuenta cada uno de estos instrumentos, se ha llevado a cabo la vinculación del proyecto propuesto en la MIA-P, con el fin de mostrar la compatibilidad de este, como a continuación se analiza.

III.8.1. Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 ¹⁵

Nuestro país está comprometido a impulsar el desarrollo sostenible, que en la época presente se ha evidenciado como un factor indispensable del bienestar. El desarrollo sustentable se le define como la satisfacción de las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. Bajo este contexto, se retoma la estructura presentada en nuevo instrumento referido al Plan Nacional de Desarrollo de 2019-2024 en que ha incluido 3 ejes transversales. El eje transversal de interés es el eje 3 “Territorio y desarrollo sostenible”.

Uno de los problemas relevantes en nuestro país es que se busca un modelo de desarrollo sostenible, así como la falta de una adecuada conceptualización del territorio como espacio donde ocurren las interacciones económicas, políticas, medioambientales y sociales. El reconocimiento de esta problemática común a todos los ámbitos de

¹⁵ Publicado en el DOF el 12 de julio de 2019.

incidencia de la política pública revela su carácter transversal en los problemas públicos que están identificados dentro de los ejes generales, por lo que la importancia de su atención se manifiesta definiéndolo como eje transversal del Plan Nacional Desarrollo 2019-2024. Atendiendo los nuevos enfoques de política pública de la presente administración, el Gobierno de México se ajustará a cinco criterios, de los cuales se menciona solo el que guarda relación con el proyecto que es el eje general de “Desarrollo económico” y 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.

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.

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.

En ese sentido, el sector turismo, particularmente en la detonación de proyectos regionales, tales como, el Tren Maya, el Programa para el Desarrollo del Istmo de Tehuantepec, entre otros, se busca el mayor bienestar para el país mediante el fomento de un turismo más inclusivo y sostenible. Por otra parte, el turismo mexicano es una industria sólida y con gran potencial de crecimiento, asimismo es deseable, ya que trae consigo beneficios económicos para la población local como son la construcción de infraestructura y vías de transporte para satisfacer las necesidades del turista.

En 2017 México ocupó el sexto lugar mundial en la recepción de turistas, siendo el principal destino turístico de América Latina y el Caribe (OMT). Para 2018, se registraron

41.4 millones de turistas internacionales, 5.5% más respecto al año anterior (INEGI). En consecuencia, el proyecto referido fortalecerá al sector turístico

Evidentemente por las dimensiones y alcance del proyecto, se impulsarán las acciones innovadoras de la oferta turística, lo que coadyuvará a posesionar al estado de Mérida, Yucatán como un destino turístico competitivo y de vanguardia.

Bajo este contexto se concluye que el proyecto es congruente con los objetivos y estrategias que derivan del eje general de “Desarrollo económico” del Plan Nacional de Desarrollo de 2019-2024.

III.8.2. Plan Estatal de Desarrollo de Yucatán 2018-2024¹⁶

El Plan Estatal de Desarrollo Urbano de Yucatán 2018-2024, se publicó en el Diario Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán el 30 de marzo de 2019, en el que se establece un orden de la acción pública del gobierno en el corto, mediano y largo plazos; en su estructura se mantiene una relación estratégica entre ciudadanía y gobierno; está integrado por ejes transversales:

1. Yucatán con Economía Inclusiva: Busca que las personas puedan desarrollarse económicamente en cualquier actividad estratégica del estado y al mismo tiempo impulsar el desarrollo económico de Yucatán.
2. Yucatán con Calidad de Vida y Bienestar Social: Prioriza la vida digna de la población del estado alcanzando la satisfacción de las necesidades básicas de los ciudadanos.
3. Yucatán Cultural con Identidad para el Desarrollo: Busca garantizar que las personas y comunidades tengan acceso a la cultura para el disfrute de sus componentes en condiciones de igualdad, dignidad humana y no discriminación.

¹⁶ Publicado en el Diario Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán el día 30 de marzo de 2019.

4. Yucatán Verde y Sustentable: Tiene como propósito la regulación de las actividades humanas respecto al uso, explotación y aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar el goce colectivo a los bienes ambientales velando por su integridad natural y con ello promover el desarrollo económico sostenible.
5. Igualdad de Género, Oportunidades y No Discriminación: Busca el desarrollo igualitario en el bienestar de la población haciendo valer los derechos de los grupos en situación de vulnerabilidad, para abatir las brechas existentes.
6. Innovación, Conocimiento y Tecnología: Pretende generar conocimiento en distintas áreas con el objetivo de impulsar los ejes sectoriales mediante el uso de la innovación y tecnología para mejorar la calidad de vida de las personas.
7. Paz, Justicia y Gobernabilidad: Promueve sociedades pacíficas e inclusivas para el desarrollo sostenible, facilitar el acceso a la justicia para todos y construir, a todos los niveles, instituciones eficaces e inclusivas que rindan cuentas.

Cada uno de estos ejes contiene un objetivo general con su respectiva estrategia; está integrado por programas estratégicos, estos a su vez poseen líneas de acción.

Además, este documento rector contiene metas específicas por cada programa estratégico, las cuales son cuantificables y por lo tanto sujetas a evaluación; posee también indicadores, instrumentos de medición que sirven para la obtención de objetivos y metas planteadas en relación con los impactos, resultados y productos.

En este tenor se ha observado que en el eje rector número uno, denominado “Yucatán con Economía Inclusiva”, establece ocho políticas públicas para atender las problemáticas y potencializar fortalezas, dentro de las cuales destaca la del “Impulso al Turismo”, a saber, se contempla lo siguiente:

“Objetivo 1.4.1: Aumentar el valor de los productos y servicios turísticos con enfoque de sostenibilidad en Yucatán.

Estrategia 1.4.1.1. *Fomentar la especialización de los prestadores de servicios turísticos del estado orientados a la sostenibilidad.*

Estrategia 1.4.1.2. *Impulsar la diversificación de los productos y servicios turísticos sostenibles.*

Objetivo 1.4.2: *Incrementar la afluencia de visitantes a Yucatán.*

Estrategia 1.4.2.1. *Promover la imagen y los atractivos turísticos del estado a nivel nacional e internacional.*

Estrategia 1.4.2.2. *Fortalecer los segmentos de mercado turístico, existentes y potenciales.*

Objetivo 1.4.3: *Incrementar la estadía turística en Yucatán.*

Estrategia 1.4.3.1. *Desarrollar la calidad de los productos y servicios turísticos del estado.”*

En observancia de lo anterior, si bien es cierto los objetivos y las estrategias están dirigidas a su cumplimiento por parte de la autoridad, ello no ha significado que el presente proyecto haya observado la normatividad aplicable, tal es el caso que se ha elaborado el presente Capítulo observando los Programas de Ordenamiento aplicables, motivo por el cual el presente proyecto coadyuva con las estrategias y objetivo anteriormente planteados.

El proyecto contempla una alternativa de desarrollo ecoturísticos, que permite apreciar la belleza escénica de los recursos naturales propios de la región, lo que conlleva a que la promovente ejecute el proyecto bajo un contexto del desarrollo sustentable, fomentando el crecimiento de los servicios que en ella se ofrecen, e integrando la preservación de los recursos naturales en sus actividades, por ejemplo la implementación de programas ambientales en el manejo de flora y fauna, entre otras acciones orientadas al cuidado del medio ambiente.

Por lo antes mencionado, se concluye que el proyecto es congruente con los objetivos y estrategias citadas en el Plan Estatal de Desarrollo Urbano de Yucatán 2018-2024, en virtud de que sus obras y actividades están orientadas a consolidar el desarrollo del sector turístico, el cual es uno de los sectores económicos relevantes en el Estado de Yucatán al ser el destino turístico más importante del país.

III.8.3. Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021 del Municipio de Valladolid, Yucatán.

El Plan Municipal de Desarrollo para el Municipio de Valladolid, Yucatán para el Periodo 2018 – 2021, se publicó en la Gaceta Municipal del Ayuntamiento de Valladolid el 31 de diciembre del 2018, el cual es un instrumento normativo del Gobierno Municipal que define los objetivos, las estrategias y los ejes ordenadores de las políticas públicas para atender las necesidades y las demandas de la población, así como para promover el desarrollo sustentable del territorio.

La estructura del Plan Municipal de Desarrollo 2018 – 2021 está integrada por cinco ejes rectores, a saber, son los siguientes:

1. Valladolid Riqueza Educativa, Cultural y Deportiva.
2. Valladolid Participativo y Equitativo.
3. Valladolid Honesto y Seguro.
4. Valladolid de Oportunidades.
5. Valladolid en Crecimiento y Desarrollo.

Cada uno de estos ejes presentan el objetivo estratégico que persigue, el diagnóstico actual del tema y que incluye los resultados de la consulta ciudadana realizada, así como las líneas de acción para la definición de las políticas y los programas del gobierno municipal orientados a la resolución de la problemática municipal analizada.

El proyecto que nos ocupa ha sido asociado con el Eje Rector 4, Valladolid de Oportunidades y Fomento, Promoción y Vinculación Turística, en el que se prevé lo siguiente:

“4.1 Fomento, Promoción y Vinculación Turística.

I. Productos Turísticos

II. Capacitación Turística

Objetivo específico:

Promover turísticamente a Valladolid como un destino turístico de pernocta en las ferias y medios de información nacionales e internacionales de turismo.

Meta: Incrementar sustancialmente los productos turísticos permanentes y atractivos para el turista.

Indicador: Productos turísticos.

Líneas de acción:

- Construir alianza con fidecomisos consolidados.
- Explotar en todas sus vertientes y con más fuerza la denominación de Pueblo Mágico.
- Consolidar el desarrollo de un Centro de Convenciones Multifuncional.
- Incrementar la asesoría para la explotación eco-turística las maravillas naturales de las comisarías, en beneficio de sus comunidades.

Bajo dicha consideración, el presente proyecto es congruente con el contenido del presente eje, ya que guarda relación con los ecoturísticos perseguidos en la línea de acción.

En los capítulos 4, 10 y 11, del presente Plan, se hace referencia al Fomento al Turismo y al Desarrollo Sustentable, en el que se destacan los subtemas 4.1, 10.1 y 11.1 de Fomento, Promoción y Vinculación Turística y Rescate y Cuidado al Medio Ambiente, respectivamente, cuyas líneas de acción son las siguientes, mismas que serán vinculadas con el presente proyecto:

Tabla III.22. Vinculación del proyecto con los objetivos específicos del Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021.

Objetivo Específico	Vinculación con el proyecto
Fomento, Promoción y Vinculación Turística	
4.1 y 10.1 Promover turísticamente a Valladolid como un destino turístico de pernocta en las ferias	El proyecto es congruente con el presente objetivo específico en virtud de que el objetivo del mismo es el de brindar servicios ecoturísticos, fomentando en todo

Objetivo Especifico	Vinculación con el proyecto
y medios de información nacionales e internacionales de turismo.	<p>momento la correcta relación entre los seres humanos y los distintos ecosistemas presentes en la zona.</p> <p>Asimismo, con la realización del presente proyecto se busca fomentar el turismo en la región y promover al municipio de Valladolid como un destino turístico rico en biodiversidad y cultura.</p>
Rescate y Cuidado del Medio Ambiente	
<p>11.1 Mejorar la gestión y manejo integral de los recursos naturales creando cadenas de valor agregado.</p>	<p>Con el presente proyecto se busca implementar un desarrollo ecoturístico que fomente en todo momento la correcta relación entre los seres humanos y los distintos ecosistemas presentes en la zona del mismo.</p> <p>Asimismo, el presente estudio incluye una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por el desarrollo del proyecto, así como las estrategias ambientales definidas como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.</p>

III.9 Áreas Naturales Protegidas

En México existen diversos tipos de áreas protegidas: federales, estatales, municipales y Áreas de Conservación Voluntarias. Las Áreas Naturales Protegidas (ANP's), son las áreas bajo la administración de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP).

Los instrumentos que determinan las estrategias de conservación y uso de las áreas naturales protegidas a nivel mundial, se han conceptualizado como planes o programas de manejo, programas de conservación, programas de conservación y manejo, planes rectores, planes directores, etc. En nuestro país estos instrumentos se denominaban planes de manejo, programas de trabajo, programas integrales de desarrollo, programas operativos anuales y/o programas de conservación y manejo.

En virtud de la importancia que revisten las Áreas Naturales Protegidas, entendidas éstas como porciones de territorio nacional, terrestres o acuáticas, en donde el ambiente natural no ha sido esencialmente alterado por el hombre y, como ya se mencionó, sujetas a un régimen especial de protección, se manifiesta que el proyecto no incide sobre alguna Área Natural Protegida.

III.9.1. Áreas Naturales Protegidas de jurisdicción Federal

De acuerdo a la ubicación del proyecto, las Áreas Naturales Protegida de carácter Federal que guardan proximidad con el mismo es el Área de Protección de Flora y Fauna denominada “Otoch Maax Yetel Kooh”, publicada mediante Decreto en el Diario Oficial de la Federación el 05 de junio del 2002, la cual se localiza a una distancia de 32.01 km, tal como se muestra en la siguiente imagen.

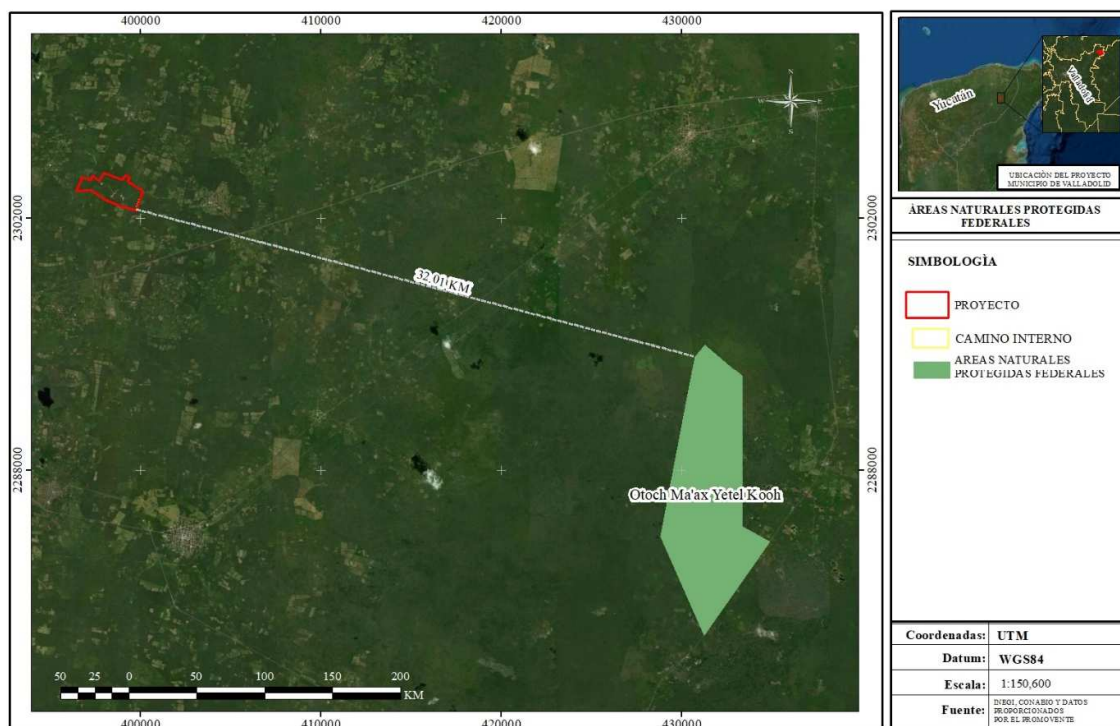


Figura III.4. Ubicación del proyecto con relación al ANP Federal más cercana al mismo.

Conforme a la distancia antes mencionada, la Autoridad podrá observar que no se interferirá de ninguna forma con las áreas naturales protegidas competencia de la Federación.

III.9.2. Áreas Naturales Protegidas de jurisdicción Estatal

Tomando en consideración nuevamente el polígono del proyecto éste no incidirá en ningún Área Natural Protegida de competencia Estatal, ya que la más cercana se localizan a 47.86 km, que es la denominada Ich Kool Balantun con categoría de Parque Estatal, como se muestra en la siguiente imagen.

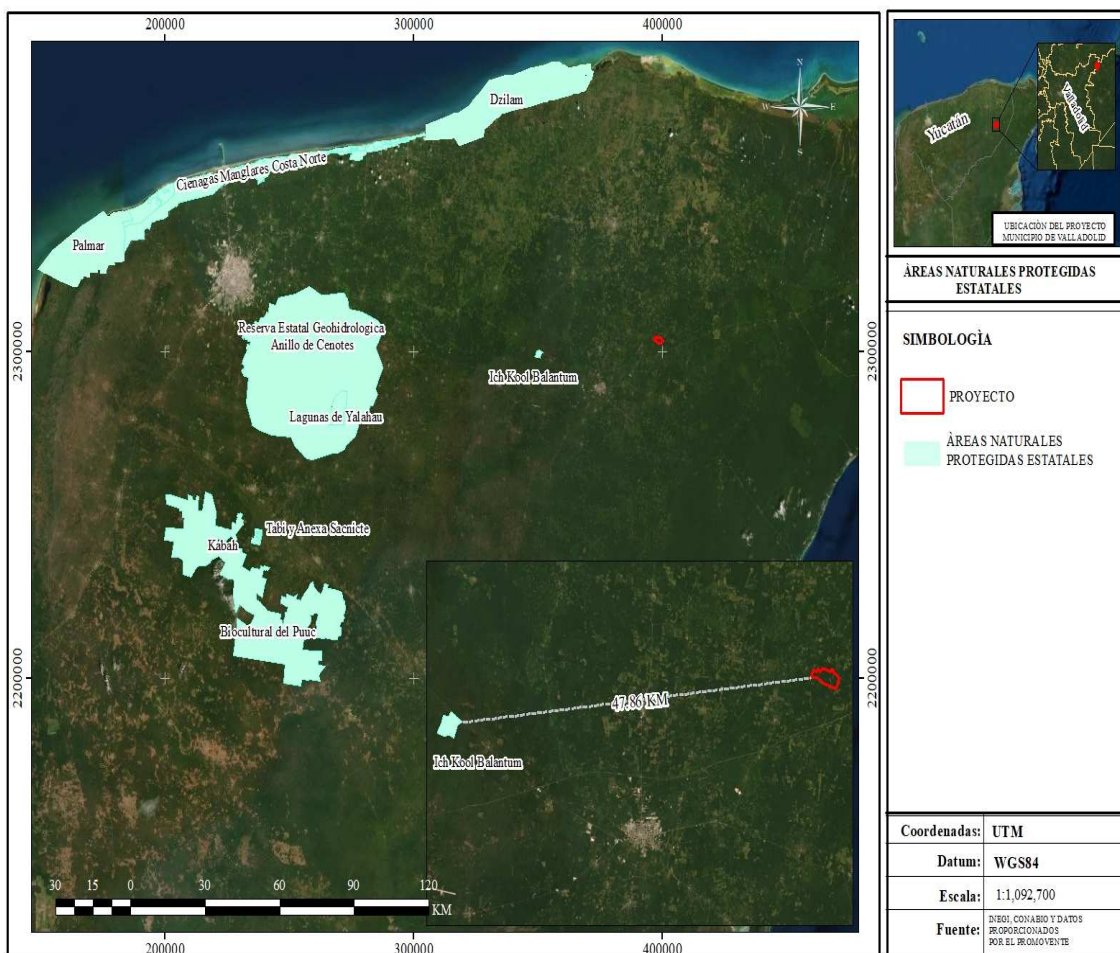


Figura III.5. Ubicación del proyecto con relación al ANP Estatal más cercana al mismo.

De la anterior imagen, se corrobora que el proyecto se localiza fuera de Áreas Naturales Protegidas de competencia Estatal, por lo que no es de observancia ninguna regulación respecto a las mismas.

III.9.3. Áreas Naturales Protegidas de jurisdicción Municipal

El proyecto no incide en ningún área Natural Protegida de competencia Municipal, pues se podrá observar en la siguiente imagen que la más cercana se localiza a 31.31 km, la cual se denomina Bioparque Xlacaj (Pueblo Antiguo), como se muestra en la imagen siguiente:

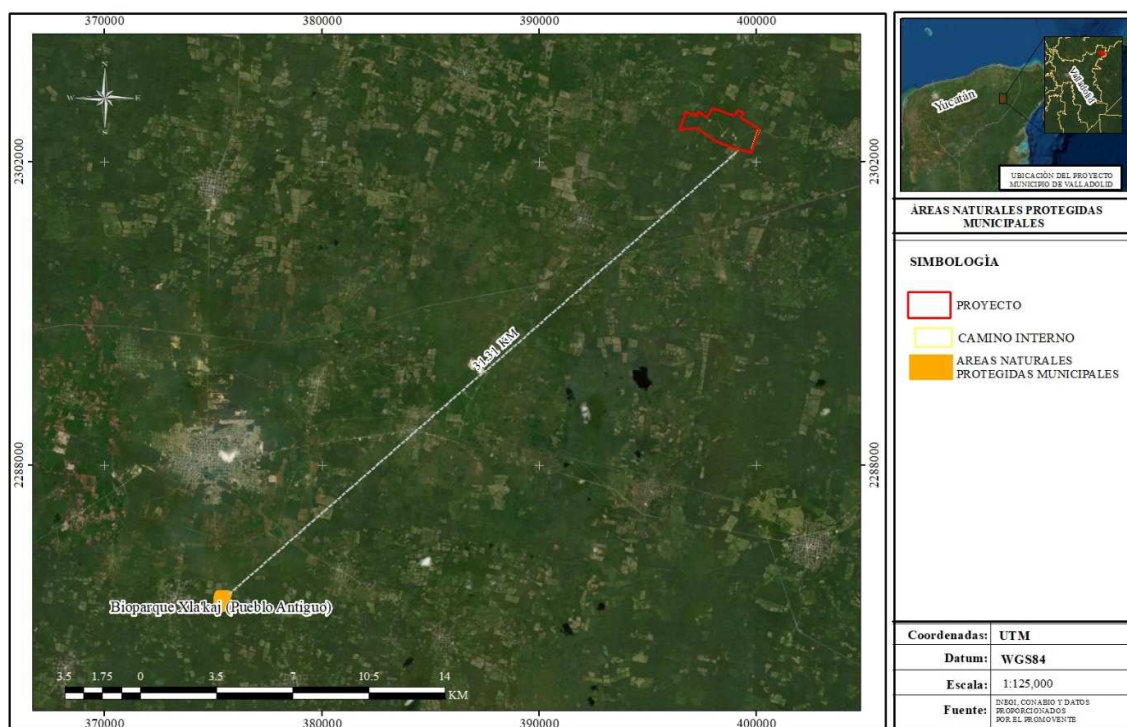


Figura III.6. Ubicación del proyecto con relación al ANP Municipal más cercana al proyecto.

Derivado de lo anterior, se puede observar que el proyecto tampoco incide en Áreas Naturales Protegidas de competencia Municipal, por lo que no se contraviene ningún acuerdo, decreto o programa de manejo.

III.10 Sitios RAMSAR

El proyecto no incide con ningún sitio Ramsar, siendo el más próximo el denominado “Otoch Ma´ax Yetel Kooh”, el cual se localiza a una distancia de 32.02 km, como se podrá ver en la siguiente imagen.

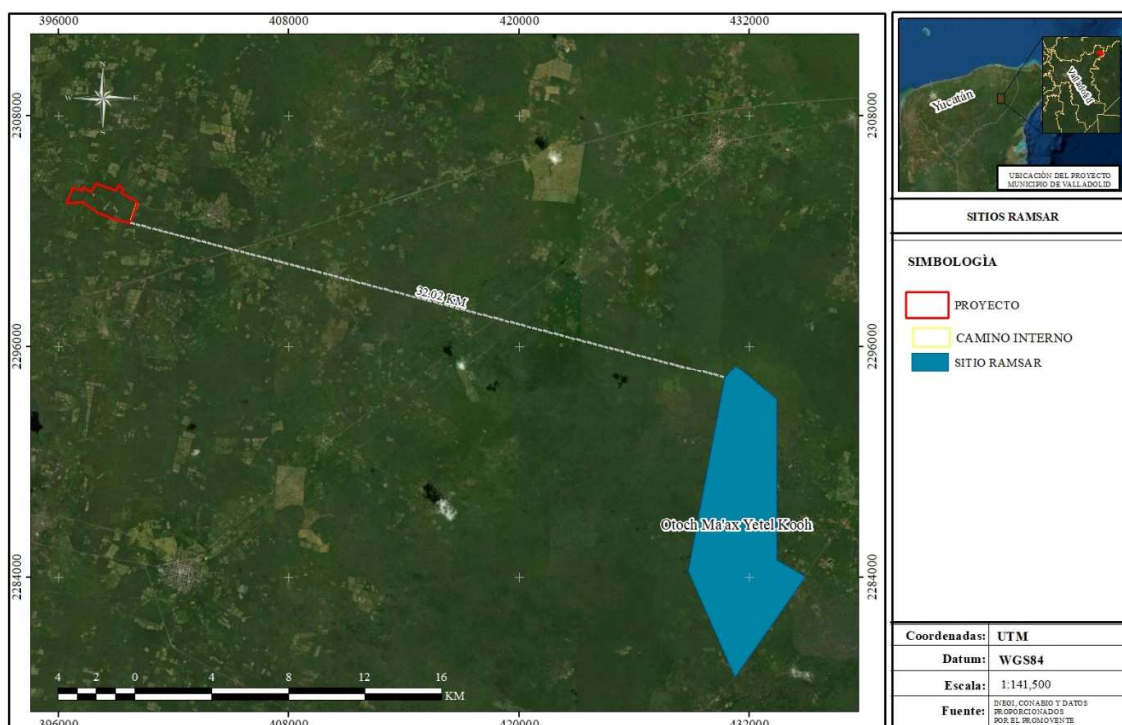


Figura III.7. Ubicación del proyecto con respecto al Sitio Ramsar más cercano.

La Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional (Ramsar, Irán, 1971) identificada como "Convención de Ramsar" es un tratado intergubernamental en el que se consagran los compromisos adquiridos por las partes (países miembros) cuyo objetivo es incentivar y mantener las características ecológicas de sus Humedales de Importancia Internacional y planificar el "uso racional", de todos los humedales situados en sus territorios.

Este acuerdo internacional es el primer instrumento (convenio) en materia de medio ambiente que se centra en un ecosistema específico, los humedales, cuyo objetivo o interés original se orientó a la conservación y uso racional en relación a las aves acuáticas, sin embargo, ha reconocido la importancia de estos ecosistemas como fundamentales en la conservación global y el uso sostenible de la biodiversidad, con importantes funciones (regulación de la fase continental del ciclo hidrológico, recarga de acuíferos, estabilización del clima local), valores (recursos biológicos, pesquerías, suministro de agua) y atributos (refugio de diversidad biológica, patrimonio cultural, usos tradicionales).

La misión de la Convención es “la conservación y el uso racional de los humedales mediante acciones locales y nacionales y gracias a la cooperación internacional, como contribución al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo”.

A. Partes Contratantes, o Estados Miembros, de la Convención de Ramsar.

De conformidad con el Artículo 9.2 de la Convención sobre los Humedales *“Todo miembro de la Organización de las Naciones Unidas o de una de sus agencias especializadas, o de la Agencia Internacional de la Energía Atómica, o Parte de los Estatutos de la Corte Internacional de Justicia, puede ser Parte Contratante en esta Convención”*, esto es, todo país puede ser suscriptor y convertirse en parte del presente convenio, siempre y cuando dentro de los límites territoriales de éste existan humedales.

La adhesión a la Convención señala un compromiso por parte del gobierno nacional de trabajar activamente en apoyo de los “tres pilares” de la Convención:

- Garantizar la conservación y el uso racional de los humedales que ha designado como Humedales de Importancia Internacional.
- Incluir en la planificación ambiental nacional el uso racional de todos los humedales en la mayor medida posible, y
- Entablar consultas con otras Partes acerca de la aplicación de la Convención, especialmente en lo que concierne a los humedales transfronterizos, los sistemas hídricos compartidos y las especies compartidas.

Bajo este contexto, son relevantes y de interés a discusión los puntos referentes a:

- Resolución VII.16. La Convención Ramsar y la evaluación de impacto - estratégico, ambiental y social.
- Resolución VIII.3. Cambio climático y humedales: impactos, adaptación y mitigación.
- Resolución VIII.9. Directrices para incorporar los aspectos de la diversidad biológica a la legislación y/o los procesos de evaluación del impacto ambiental y de evaluación ambiental estratégica” aprobadas por el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) y su pertinencia para la Convención de Ramsar.
- Resolución X.12. Principios para las asociaciones entre la Convención de Ramsar y el sector empresarial.
- Manual 16. Evaluación del Impacto Ambiental.

B. Resolución VII.16. La Convención Ramsar y la evaluación de impacto estratégico, ambiental y social

Se precisa en el pedimento lo siguiente:

“PIDE a las Partes Contratantes que fortalezcan y consoliden sus esfuerzos para asegurarse de que todo proyecto, plan, programa y política con potencial de alterar el carácter ecológico de los humedales incluidos en la Lista Ramsar o de impactar negativamente a otros humedales situados en su territorio, sean sometidos a procedimientos rigurosos de estudios de impacto y formalizar dichos procedimientos mediante los arreglos necesarios en cuanto a políticas, legislación, instituciones y organizaciones;”

C. Resolución VIII.3. Cambio climático y humedales: impactos, adaptación y mitigación.

La resolución invocada precisa en su pedimento lo siguiente:

“PIDE a las Partes Contratantes que administren los humedales de forma que aumente su resiliencia al cambio climático y a los fenómenos climáticos extremos y se reduzca el riesgo de inundaciones y sequías en los países vulnerables, entre otras formas,

promoviendo la protección y la restauración de los humedales y de las cuencas hidrográficas;”

Asimismo:

“HACE UN LLAMADO a todos los países concernidos para que adopten medidas para minimizar la degradación, así como para promover el restablecimiento y mejorar las prácticas de manejo, de aquellas turberas y otros tipos de humedales que son depósitos importantes de carbono o tienen la capacidad de secuestrar carbono y son considerados como factores de mitigación, así como para aumentar la capacidad de adaptación de la sociedad para responder a los cambios en estos ecosistemas debidos al cambio climático”

En particular, **dichas políticas en cita no guardan relación con el proyecto que nos ocupa, en virtud de que éste no pretende llevar a cabo ningún tipo de infraestructura en el manglar o que pudiera afectarlo.**

- D. Resolución VIII.9. Directrices para incorporar los aspectos de la diversidad biológica a la legislación y/o los procesos de evaluación del impacto ambiental y de evaluación ambiental estratégica aprobadas por el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) y su pertinencia para la Convención de Ramsar.**

La resolución en comento cita a la letra:

“INSTA a las Partes Contratantes a valerse, según proceda, de las Directrices para incorporar los aspectos de la diversidad biológica a la legislación y/o los procesos de evaluación del impacto ambiental y de evaluación ambiental estratégica aprobadas por la COP del CDB en su sexto período de sesiones en la Decisión VI/7, con la asistencia de las orientaciones preparadas por el GECT e insertadas en el texto de las Directrices del CDB, reproducidas en el anexo de la presente Resolución; y a fomentar la participación plena de las comunidades locales y de los pueblos indígenas, en armonía con estos lineamientos, los Lineamientos para establecer y fortalecer la participación de las comunidades locales y de los pueblos indígenas en el manejo de los humedales (Resolución VII.8), y los Nuevos lineamientos para la planificación del manejo de los sitios Ramsar y otros humedales (Resolución VIII.14)”

Los ordenamientos legales en México, hacen suyos los principios antes precisados, ya que en ellos se incorporan los aspectos de la biodiversidad, siendo estrictamente evaluados a través del proceso de evaluación de impacto ambiental.

Es importante precisar que en nuestro país existe un procedimiento de evaluación de impacto ambiental que hace suyos los principios fundamentales de la conservación y cuidado del medio ambiente, procedimiento que cumple con los más altos estándares de análisis técnico y científico, de tal suerte que con ello se garantiza una debida aplicación de los marcos legales nacionales, así como de referencias internacionales.

E. Resolución X.12. Principios para las asociaciones entre la Convención de Ramsar y el sector empresarial.

Las Partes Contratantes de Ramsar alientan a la Secretaría a que pongan en práctica los principios orientadores que figuran a continuación y sigan estableciendo asociaciones con el sector empresarial, conforme al espíritu de la Estrategia 1.10 del Plan Estratégico para 2009-2015, a fin de fomentar la cooperación con vistas al mantenimiento de los valores ecológicos de los humedales, como condiciones favorables para el desarrollo sostenible.

Objetivos:

- Mejorar las prácticas empresariales ambientalmente sostenibles, intensificando el diálogo y la comprensión de los beneficios socioeconómicos y las oportunidades empresariales que ofrecen los servicios de ecosistemas de los sistemas de humedales plenamente funcionales.
- Ampliar la base de recursos de la Convención y sus actividades estableciendo relaciones mutuamente beneficiosas con el sector empresarial.
- Promover el compromiso directo del sector empresarial con la conservación y el uso racional de los humedales.

- Facilitar el diálogo entre las empresas y los principales interesados directos de los humedales, en particular los gobiernos y las comunidades pertinentes, con miras a generar confianza, y estimular y desarrollar determinadas actividades de asociación.
- Aumentar las inversiones locales, nacionales y regionales en la promoción de la conservación, uso racional, restauración y rehabilitación de humedales.
- Fomentar una mejor comprensión de los valores de los humedales y de la misión de la Convención.
- Fortalecer e intensificar las sinergias entre las necesidades ecológicas para el desarrollo sostenible y los beneficios socioeconómicos derivados del manejo racional de los humedales.
- Examinar nuevas esferas de cooperación y elaborar medidas de sostenibilidad adecuadas a fin de mejorar la cooperación entre el gobierno y el sector privado en el plano nacional.
- Identificar y aplicar métodos para compensar de forma innovadora la pérdida de humedales, en la medida de lo posible en las mismas áreas que desempeñen las mismas funciones ecológicas, en conformidad con la Convención.

El proyecto, es congruente con las políticas antes mencionadas ya que éste busca y pretende desarrollar un proyecto congruente y sustentable, fundamentado en la preservación de los humedales y manglares, **haciendo hincapié que para el desarrollo del mismo no se pretende llevar a cabo ningún tipo de infraestructura en el manglar o que pudiera afectarlo.**

F. Manual 16 EIA.

Cita la Convención de RAMSAR:

“Las Partes en estas COP, y en sus precedentes, han adoptado lineamientos sobre varios temas que han servido de base para la preparación de una serie de manuales para asistir a quienes tengan interés o estén directamente implicados en la aplicación de la Convención en los planos internacional, regional, nacional, subnacional o local. Cada manual recoge, tema tras tema, las diversas orientaciones pertinentes adoptadas por las Partes, a las que se han añadido material adicional de las notas informativas de las COP,

estudios de caso y otras publicaciones pertinentes, con objeto de ilustrar los aspectos esenciales de los lineamientos.”

En el caso concreto, el Manual de Evaluación de Impacto Ambiental, establece las directrices de aplicación de la evaluación del impacto para la conservación y el uso racional de los humedales reconocidos como RAMSAR, así como de aquellos de alto valor ambiental.

El objetivo del presente manual es:

“El objetivo de este proyecto de directrices es proporcionar asesoramiento general sobre la incorporación de los aspectos de la diversidad biológica a procedimientos nuevos, o ya existentes, de evaluación del impacto ambiental, tomando nota de que en los actuales procedimientos de evaluación del impacto ambiental se tiene en cuenta la diversidad biológica de varios modos. Se ha elaborado un proyecto de marco para atender a las fases de clasificación y de ámbito de la evaluación del impacto ambiental.”

Tal y como se ha precisado, el proyecto sujeto a evaluación en materia de impacto ambiental, no pretende la intervención de ninguna de las comunidades de manglar registradas como sitio RAMSAR, ni de aquellos no registrados que representan altos valores ambientales, por lo que es importante su cuidado y conservación.

En este orden de ideas y respetando el principio de autonomía y soberanía de las Naciones, en México existe un procedimiento de evaluación de impacto ambiental regulado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, el cual se comprende de manera por demás completa y exhaustiva de una serie de pasos entre los que destaca el estudio científico y la caracterización ambiental de la zona, con lo cual sobresalen los valores ambientales de la misma.

Asimismo, comprende la proyección y establecimientos de pronósticos, así como la implementación de medidas de mitigación, compensación e inclusive la proyección de restauración. El procedimiento de impacto ambiental en México, está diseñado como un sistema a través del cual se detalla y describe la condición actual de la zona, así como su proyección a futuro con el desarrollo de la actividad humana.

Bajo este orden de ideas, la promovente ha formulado la presente manifestación de impacto ambiental, a través de la legislación ambiental mexicana, la cual llevó a cabo la caracterización y descripción ambiental, así como la evaluación de los escenarios actuales y futuros del sitio en relación con el proyecto, con lo cual se observa el cumplimiento a los lineamientos generales del Manual 16 de Evaluación de Impacto Ambiental, **precisando que el proyecto no contraviene dicho Manual por no existir obra o actividad alguna que impacte en el ecosistema de humedales en la zona de estudio, ni de la comunidad de manglar en dicha zona.**

Capítulo IV

MIA-P

“DESARROLLO ECOTURISTICO XIBALBÁ, OBRAS ADICIONALES”

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

Apartado Abiótico.



Contenido

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.....	5
IV.1 Introducción.....	5
IV.2 Criterios de delimitación del SA.	6
IV.3 Criterios de delimitación del área de influencia (AI)	9
IV.4 Caracterización y análisis de los procesos y componentes abióticos	10
IV.4.1. Tipos de climas en el SA	11
IV.4.2. Procesos edafológicos.....	15
IV.4.3. Procesos geológicos morfoestructurales.....	17
IV.4.4. Proceso hidrológico superficial	22
IV.4.5. Proceso hidrogeológico	24
IV.4.6. Paisaje.....	38
IV.5 Medio socioeconómico.....	43
IV.5.1. Factores sociodemográficos.....	43
IV.5.2. Factores socioeconómicos	46
IV.6 Diagnóstico ambiental	47

Tablas y figuras

Figura IV. 1 Ubicación del proyecto dentro de la UGA 1.2 L del POETY.	7
Figura IV. 2 Límites del SA.....	9
Figura IV. 3 Límites del área de influencia del proyecto.	10
Figura IV. 4 Tipo de clima en el SA, área del proyecto y su área de influencia.....	11

Figura IV. 5 Ubicación de la estación climatológica Kuxeb con respecto al SA y área del proyecto.....	12
Figura IV. 6 Precipitación media mensual en el SA.....	13
Figura IV. 7 Temperatura media mensual en el SA.....	13
Figura IV. 8 Trayectorias de huracanes que han incidido en la península de Yucatán de 1900 al 2015 (en rojo SA y en azul área del proyecto).....	14
Figura IV. 9 Presencia de suelo de tipo Rendzina tanto en el SA como en el área del proyecto (para su mejor apreciación se incluye en anexo).....	16
Figura IV. 10 Grado de degradación de suelo que se presenta en el SA, área del proyecto y su área de influencia.....	17
Figura IV. 11 Subprovincia fisiográfica en el SA.....	18
Figura IV. 12 Geología en el SA.....	19
Figura IV. 13 Rasgos geomorfológicos de la Península de Yucatán.....	20
Figura IV. 14 Fallas y fracturas dentro del SA y área de influencia.....	21
Figura IV. 15 Estructuras que afectan a las rocas en el Área del proyecto y su área de influencia. Fuente: Estudio Hidrogeológico de Xibalbá y Xmul Balam para desarrollos ecoturísticos.....	22
Figura IV. 16 Ubicación del SA y área del proyecto dentro de la Subcuenca Hidrológica RH32Ba.....	23
Figura IV. 17 Disponibilidad del acuífero en el SA, área del proyecto y su área de influencia.....	25
Figura IV. 18 Diagrama del acuífero de la Península de Yucatán, donde el agua subterránea está separada en el lente de agua dulce y la intrusión salina -agua de mar.....	26
Figura IV. 19 Flujo del agua subterránea en la Península de Yucatán (el cuadro rojo indica la ubicación del SA).....	27

Figura IV. 20 Configuración promedio de la tendencia general de movimiento del agua subterránea.	28
Figura IV. 21 Movimiento promedio del agua subterránea en el área del proyecto.	29
Figura IV. 22 Croquis de la heterogeneidad de las estructuras cársticas en el subsuelo.	31
Figura IV. 23 Distribución de cenotes en la Península de Yucatán.	32
Figura IV. 24 Variación de la densidad de cenotes en la zona cercana al área del proyecto.	33
Figura IV. 25 Tipos de cenotes en la Península de Yucatán.	35
Figura IV. 26 Paisaje de Selva Mediana Subcaducifolia presente en el SA.	39
Figura IV. 27 Paisaje de Cenotes en el SA.	40
Figura IV. 28 Paisaje turístico en el SA.	41
Figura IV. 29 Paisaje de cenotes y cuerpos de agua artificiales con uso turístico en el área del proyecto.	42
Figura IV. 30 Vista de uno de los cenotes que conforman el paisaje natural en el área del proyecto.	43
Figura IV. 31 Vista satelital del crecimiento poblacional y zonas agrícolas en el SA.	51
Tabla IV.1 Características de los cenotes muestreados. Fuente: Liévano Beltrán, 2021.	34
Tabla IV.2 Parámetros físico químicos de algunos cenotes en el área del proyecto.	37

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

IV.1 Introducción.

En el presente apartado se pretende establecer y definir la estructura, funcionamiento y grado de conservación de los componentes ambientales (abióticos y bióticos), tanto en el Sistema Ambiental (SA), como en el área de influencia (AI) y el área del proyecto (AP); identificando además los diferentes procesos ambientales que definen y determinan las condiciones naturales del área aun con la presencia de las obras ya implementadas.

Con el fin de obtener una descripción coherente y provisoria que refleje las condiciones actuales del Sistema Ambiental definido para el proyecto, se expone el análisis de los diferentes elementos y procesos ambientales, sociales y económicos con los que interactúa el proyecto, tomando en cuenta que ya fue desarrollado y que esta MIA-P se presenta en cumplimiento a la resolución PROFEPA PFPA37.5/2C27.5/0074/21/0224 del 10 de noviembre de 2021 (ver Capítulos II y III), de manera que en la actualidad se tiene el desarrollo de infraestructura, misma que no ha alterado los procesos originales que se desarrollan dentro del SA, los cuales serán descritos más adelante.

Para efecto de caracterizar el SA y área de influencia, se determinaron diferentes niveles de análisis, comenzando desde los procesos de gran escala como es el clima y los geológico-morfoestructurales, los cuales determinan a su vez, la estructura y funcionamiento de los procesos y componentes de mesoescala como es el caso del proceso hidrogeológico, y ya en una escala más detallada de análisis se encuentran los suelos, la flora y la fauna, cuya distribución espacio temporal depende estrechamente del arreglo y estructura de los componentes de mayor escala. Además de lo anterior, hacia el final del análisis como parte del componente ambiental se incluye al medio socioeconómico, que es clave para entender la problemática ambiental, la cual está estrechamente ligada a la distribución de la población y a las actividades desarrolladas en el territorio.

A partir de la descripción del ecosistema y de las problemáticas ambientales, fue posible elaborar el diagnóstico ambiental del SA y área de influencia, el cual es la base para la

identificación de los impactos ambientales que pueda ocasionar el proyecto, y establecer estrategias y medidas que los atiendan de manera eficaz.

IV.2 Criterios de delimitación del SA.

De inicio, para la delimitación del SA es importante considerar que el proyecto se ubica dentro de la Península de Yucatán, específicamente en el municipio de Valladolid, en donde las unidades geológicas, hidrológicas y climáticas, así como las provincias florísticas en las que se encuentra el proyecto, son condiciones que no permiten hacer una delimitación del SA con base en las microcuencas, considerando además la alta permeabilidad del suelo que propicia que el agua de lluvia se infiltre de forma inmediata en el subsuelo, evitando que se formen corrientes superficiales.

Dado lo anterior, para la delimitación del SA fue necesario realizar un análisis multicriterio haciendo uso del Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Estado de Yucatán (POETY), y fuentes de información oficial del INEGI. En este sentido, los criterios tomados en cuenta para la delimitación del SA fueron los siguientes:

1. Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Estado de Yucatán, (UGA 1.2 L- Planicie de Chemax).
2. Tipo de suelo conforme la carta edafológica de INEGI (Rendzina).
3. Usos de suelo y vegetación de INEGI Serie VI (selva mediana subcaducifolia, pastizal cultivado).
4. Infraestructura vial (carreteras).

De acuerdo con lo anterior, primeramente se consideró a la UGA 1.2 L Planicie de Chemax¹ del POETY por ubicarse aquí el proyecto, ajustando los límites puesto que la UGA tiene una superficie de 1,578.79 Km². La siguiente figura (misma que puede consultarse en anexo para su mejor apreciación), muestra la delimitación del SA y del proyecto dentro de la UGA 1.2 L del POETY.

¹ <https://bitacoraordenamiento.yucatan.gob.mx/bitacora/ugas.php?IdUga=27>

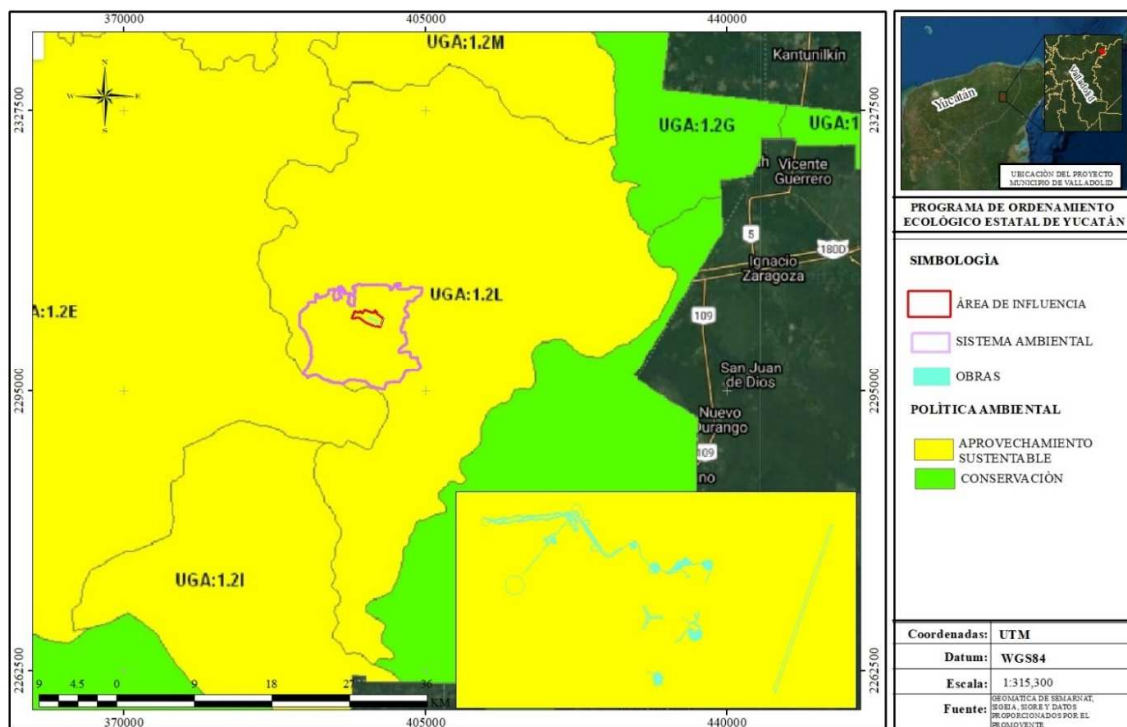


Figura IV. 1 Ubicación del proyecto dentro de la UGA 1.2 L del POETY.
Fuente: Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Estado de Yucatán (POETY).

La UGA 1.2 L presenta características homogéneas, por lo cual el SA mantiene las características generales que presenta dicha UGA; entre estas características se encuentra que aproximadamente el 60 al 70% de su superficie está dedicada a actividades agropecuarias y se conforma por terrenos llanos de altitud media entre los 20 y 30 msnm, presentando ligera inclinación del terreno y suaves ondulaciones con elevaciones aisladas.

Asimismo, para la delimitación del SA se consideró, como segundo criterio, el tipo de suelo, bajo la consideración de que es un macro componente que forma parte fundamental en el equilibrio de los ecosistemas y que incide en el desarrollo de otros componentes ambientales, como es la vegetación, además de que presenta funcionalidad como filtro y amortiguador al retener sustancias, y proteger aguas subterráneas y superficiales contra la penetración de agentes nocivos. Mismas funciones de los tipos de suelo en el área del proyecto y que denotan características ambientales que influyen en el mantenimiento de servicios ecosistémicos como es la infiltración,

recarga de acuíferos, mantenimiento de las condiciones hidrológicas y de ciclos biogeoquímicos.

Como un tercer criterio de delimitación del SA, se tomaron en cuenta los tipos de vegetación y usos de suelo presentes en la provincia edafológica en donde incide el proyecto (considerando la carta de Usos de Suelo y Vegetación de INEGI Serie VI). De manera que este criterio sirvió para limitar la superficie del SA a una unidad funcional basada en cobertura vegetal (selva mediana subcaducifolia) y tomando en cuenta que el área del proyecto ha sido fragmentada encontrando mayormente pastizal cultivado. En este respecto, el área se encuentra rodeada por varios elementos antrópicos que han fragmentado la vegetación de selva mediana subcaducifolia y han llevado a la existencia de amplias áreas de pastizales y de vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia.

Dadas las características del proyecto (puntual y turístico), dentro de una zona previamente modificada, se consideraron las vías de comunicación como elementos antrópicos que han fragmentado los ecosistemas, y que de alguna forma representan límites para el alcance de los impactos ambientales que pudiese generar el proyecto, al considerarse como “barreras” en la unidad funcional (vegetación).

De manera que, al considerar los criterios anteriormente expuestos (POETY, tipo de suelos, USV, e infraestructura carretera), el SA delimitado resulta con una extensión de 12,600.49 ha.

En la siguiente figura se muestran los límites del SA con base en los criterios antes referidos (anexo digital para mejor apreciación).

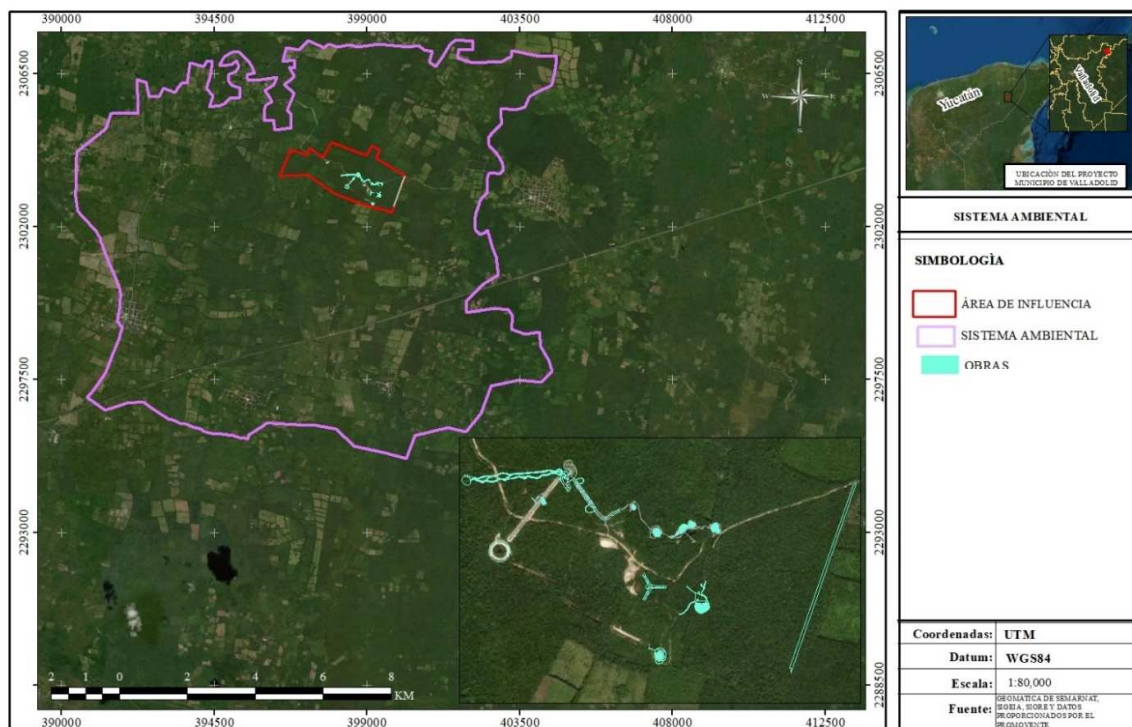


Figura IV. 2 Límites del SA.

IV.3 Criterios de delimitación del área de influencia (AI)

De acuerdo con el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA, 2017), el “área de influencia” corresponde al espacio geográfico de donde se obtiene la información necesaria para predecir y evaluar los impactos en los elementos del medio ambiente.

Considerando la definición anterior, y que las actividades previstas para el proyecto no se desarrollarán más allá de su polígono, en el que ya se han realizado modificaciones en su interior, y teniendo presente que uno de los fines principales del proyecto es la conservación de los recursos naturales presentes, nos permite acotar como límites del área de influencia el polígono que envuelve a las áreas con obras y actividades que involucran el proyecto (ya descritas en el Capítulo II). De manera preliminar, se infiere que los impactos ambientales no rebasarán los límites en los que se llevarán a cabo las actividades del proyecto. En la siguiente figura, se muestran los límites del área de influencia del proyecto, misma que cuenta con un área de 400.946 ha.

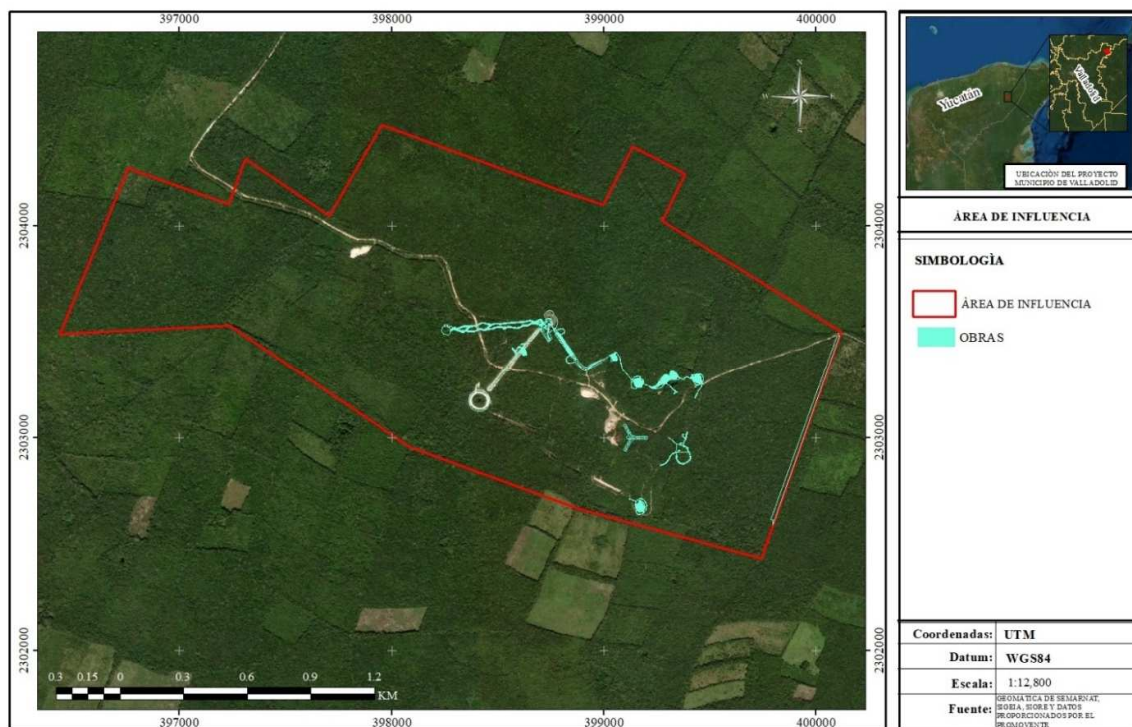


Figura IV. 3 Límites del área de influencia del proyecto.

Los componentes y procesos que caracterizan el SA, área de influencia y área del proyecto se describen en los siguientes apartados, de manera que se comprenda el funcionamiento del ecosistema que integra el SA, y sobre cuáles componentes podría influir el proyecto.

IV.4 Caracterización y análisis de los procesos y componentes abióticos

Si bien, en el presente apartado se caracterizan los procesos y componentes abióticos que se identifican para el SA, se destacarán aquellos que también se encuentran en el área de influencia y del proyecto. Reiterando que la descripción de los componentes se hará a diferentes escalas, comenzando desde los procesos a gran escala como lo es el clima y los procesos geomorfológicos, mismos que tienen influencia directa en el desarrollo de los procesos a mesoescala que incluyen al hidrológico, hidrogeológico y edafológico.

IV.4.1. Tipos de climas en el SA

Como resultado de la homogeneidad climática propia de la región, derivada particularmente de la topografía llana y la inexistencia de barreras geográficas conspicuas, se tiene que el clima presente en el SA en que se ubica el proyecto, según la clasificación de Köppen modificado por Enriqueta García en 1973, corresponde al tipo cálido subhúmedo **AW1(x')**, donde la temperatura media anual mayor es de 22°C y la temperatura del mes más frío es mayor de 18°C, con precipitación del mes más seco de 60 mm; lluvias de verano con índice P/T entre 43.2 y 55.3, y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10% del total anual.

En la siguiente figura (misma que se puede consultar en anexo para su mejor apreciación), se muestra la distribución de los climas en el SA, área de influencia y área del proyecto.

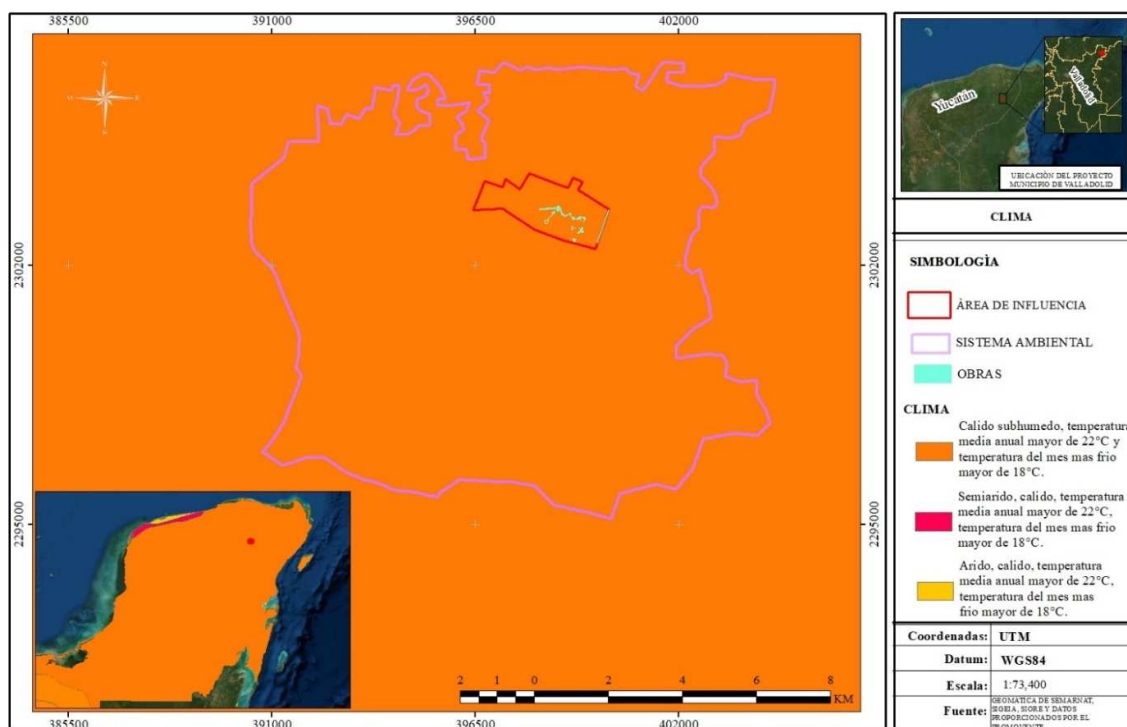


Figura IV. 4 Tipo de clima en el SA, área del proyecto y su área de influencia.

Con la finalidad de contar con datos más precisos de la temperatura y precipitación del SA, área de influencia y área del proyecto, se revisaron los datos de la estación climatológica más cercana al área del proyecto (Kuxeb, clave 031086), que se ubica a 9.8 km (ver figura siguiente misma que se puede consultar en anexo para su mejor apreciación).

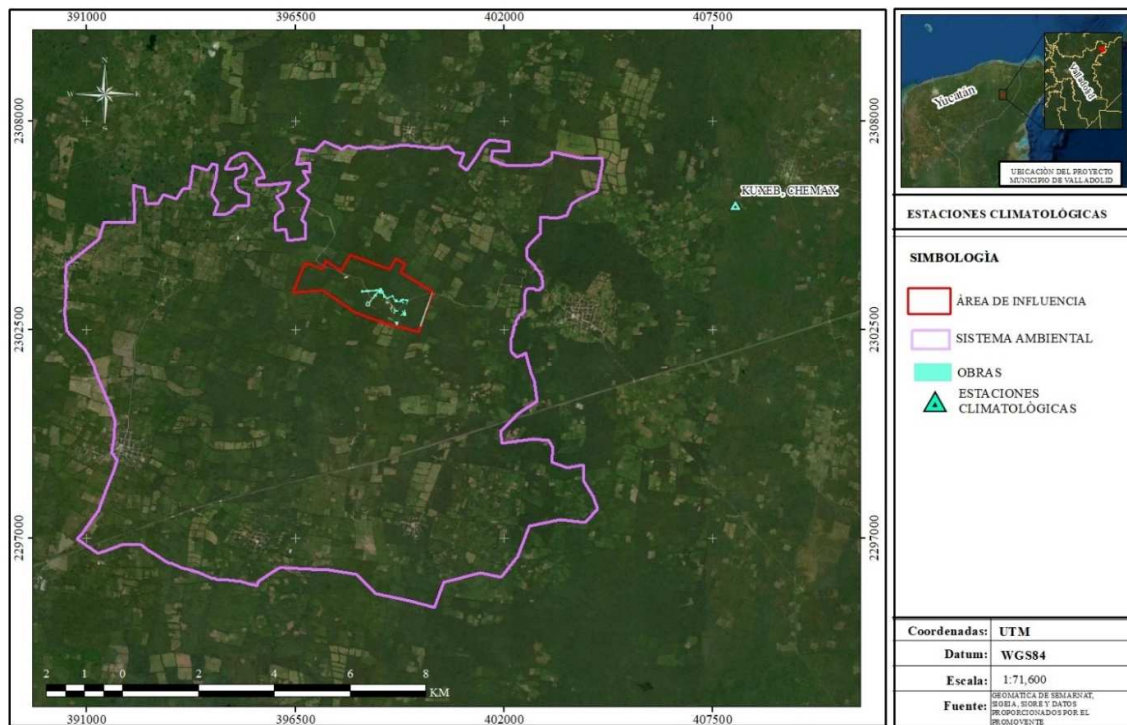


Figura IV. 5 Ubicación de la estación climatológica Kuxeb con respecto al SA y área del proyecto.

De acuerdo con los registros climáticos de la estación Kuxeb, durante el periodo de 1950 a 2010² el 51.8% de la precipitación anual se presentó de junio a septiembre (ver la siguiente figura, misma que se puede consultar en anexo para su mejor apreciación). Los meses más lluviosos fueron agosto y septiembre con un promedio de 146.9 y 146.5 mm respectivamente, y los meses más secos fueron febrero y abril con 45.1 y 45.6 mm respectivamente, aunado a lo anterior, la precipitación media anual fue de 1,103.5 mm.

² Únicos registros con análisis presentados por el Servicio Meteorológico Nacional para esta estación.

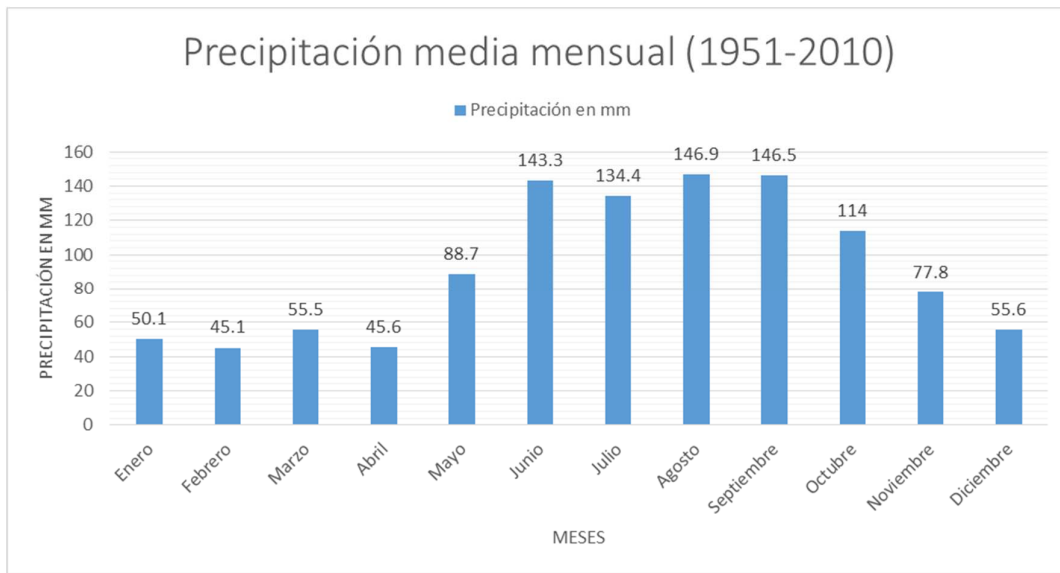


Figura IV. 6 Precipitación media mensual en el SA.

Fuente: Creación propia a partir de datos obtenidos a partir de la estación climatológica de Kuxeb (1951-2010).

Respecto a la temperatura, de acuerdo con la estación de Kuxeb (periodo 1951-2010), la media anual fue de 26.5°C, y la temperatura media mensual fue siempre superior a 24.3°C; el mes más cálido se registró en mayo y junio con 28°C, y el mes más frío fue enero con 24.3°C (ver figura siguiente, misma que se incluye en anexo para su mejor apreciación).

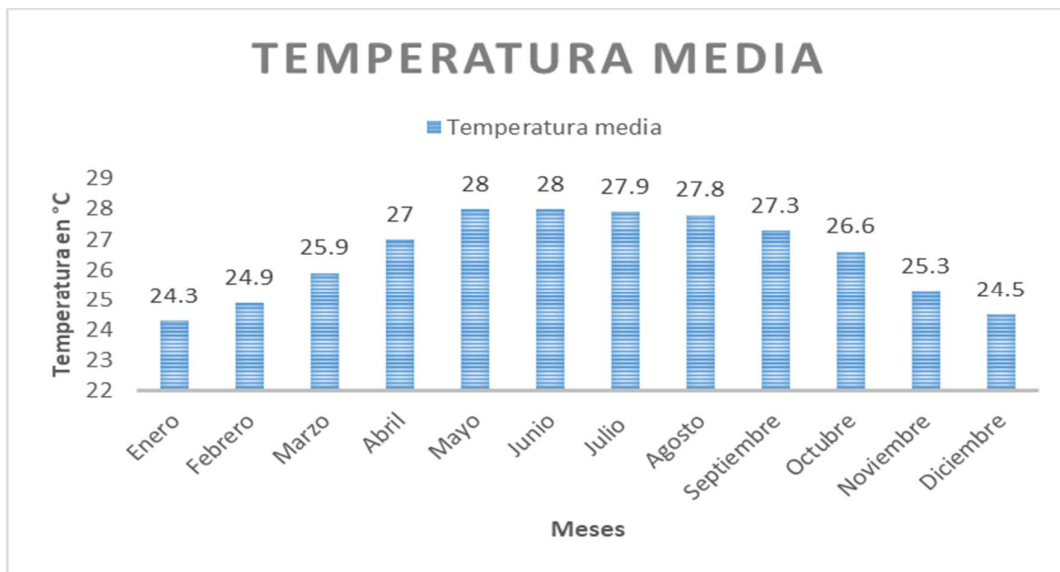
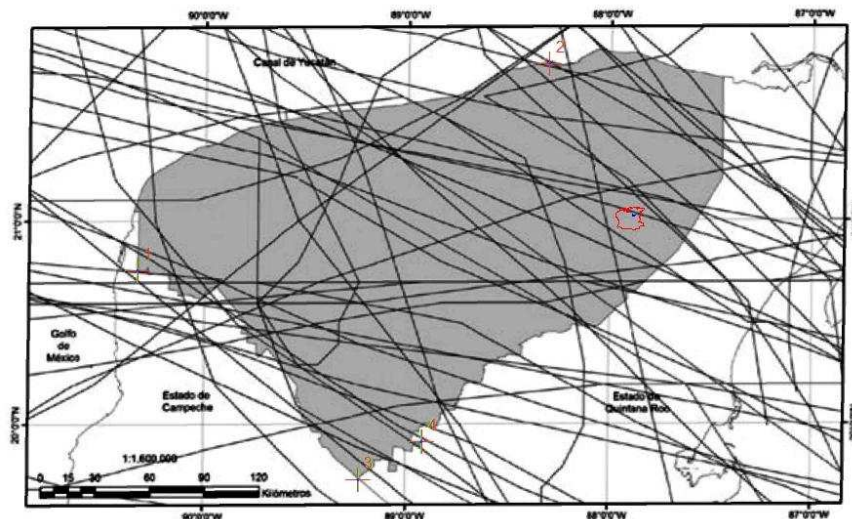


Figura IV. 7 Temperatura media mensual en el SA.

Fuente: Creación propia a partir de datos obtenidos a partir de la estación climatológica de Kuxeb (1951-2010).

En cuanto a los vientos, la dirección dominante que se presenta en la región de la Cuenca Yucatán es de noreste y sureste. Los más importantes se originan por la circulación ciclónica entre los meses de junio a octubre, con mayor incidencia en septiembre, y los “nortes” que abarcan de noviembre a marzo, haciendo descender la temperatura y aportando humedad en la época invernal.

En este sentido, es importante mencionar que si bien la península de Yucatán se contempla como una región de alta incidencia ciclónica (CENAPRED, 2021), según datos históricos recabados entre 1900 a 2015 (Guzmán y Rodríguez, 2016); ver figura siguiente, misma que puede ser consultada en anexo para su mejor apreciación), para el SA, área del proyecto y su área de influencia solo se ha tenido el registro de un huracán y para el año 2021 únicamente se tuvo la presencia de una tormenta tropical (CENAPRED, 2021), de manera que si bien el SA y área del proyecto no se encuentran exentos de la posible incidencia de eventos meteorológicos, esta probabilidad se contempla como baja.



**Figura IV. 8 Trayectorias de huracanes que han incidido en la península de Yucatán de 1900 al 2015 (en rojo SA y en azul área del proyecto).
Fuente: Guzmán y Rodríguez, 2016.**

Cabe mencionar que los datos anteriores permiten entender la dinámica y origen de los otros componentes que están presentes en el SA. En particular, la temperatura es la que interactúa de manera constante y recíproca con los eventos meteorológicos que se pueden presentar en la zona, no así el proyecto, el cual no estará influyendo en los

cambios de precipitación, velocidad de los vientos o presencia e intensidad de eventos hidrometeorológicos que se puedan presentar a nivel regional en la Península de Yucatán, SA o área de influencia.

IV.4.2. Procesos edafológicos

La importancia de los suelos, es que constituyen el soporte de la vegetación y las características ecológicas asociadas a la misma, además de ser el soporte y suministro de nutrientes a las plantas, cumpliendo también otras funciones como la filtración de agua para la recarga de acuíferos y ser el medio donde se realizan los ciclos biogeoquímicos necesarios para el reciclaje de compuestos orgánicos (Cotler *et al.*, 2007).

IV.4.2.1 Tipo de suelos

Desde el punto de vista edáfico, el estado de Yucatán se distingue por la predominancia de suelos someros y pedregosos, de colores que van del rojo al negro, pasando por diversas tonalidades de café. En términos de extensión superficial, en la Península de Yucatán se aprecia la amplia predominancia de rendzinas, litosoles y luvisoles. En particular el suelo presente en la totalidad del SA, área de influencia y área del proyecto, de acuerdo a la carta edafológica del INEGI Serie II escala 1:250,000 (ver figura siguiente), se identifica suelo de tipo Rendzina, que son suelos fértiles y arcillosos caracterizados por tener una profundidad menor a los 25 cm, propios de zonas secas, ricos en humus, y de poca evolución, desarrollados sobre sustrato rocoso calizo.

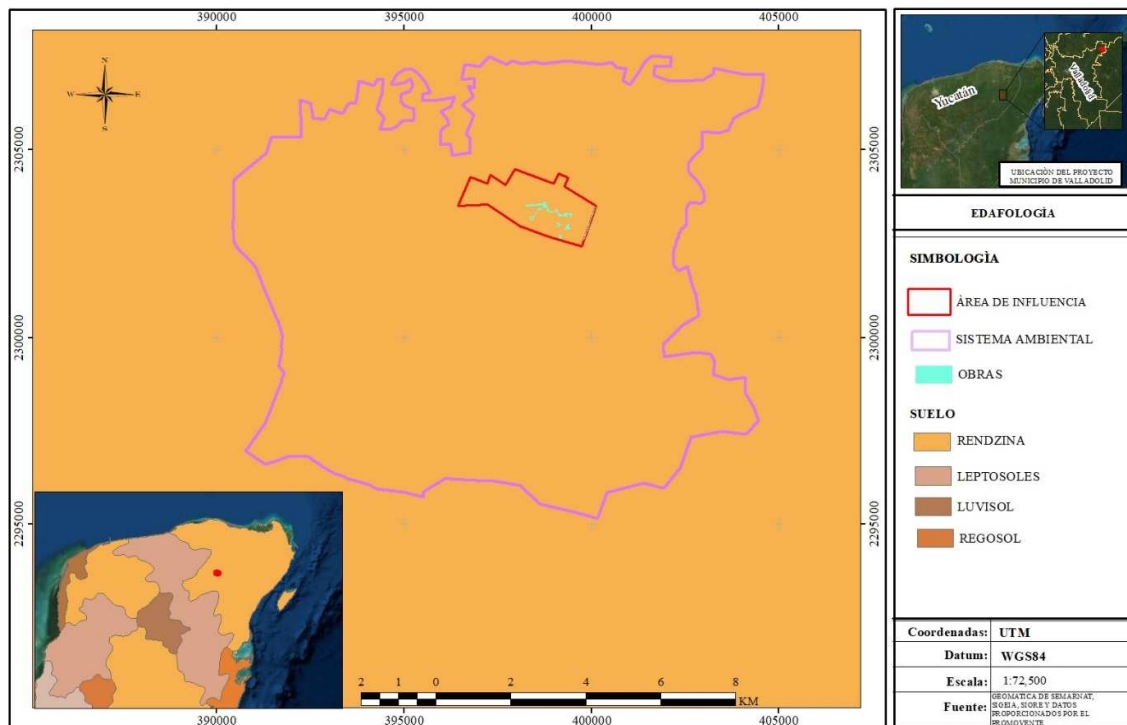


Figura IV. 9 Presencia de suelo de tipo Rendzina tanto en el SA como en el área del proyecto (para su mejor apreciación se incluye en anexo).

En el área del proyecto los niveles superficiales del suelo están representados por calizas blancas, duras y masivas; los intermedios por calizas arcillosas, duras de color amarillento a rojizo, y los inferiores por coquinas construidas por materiales fosilíferos blandos y de color blanco. Esta formación corresponde en edad a los períodos Mioceno Superior y Plioceno, todavía del Terciario (Duch, 1988), tal como se expone en el apartado de geomorfología.

Considerando las características descritas sobre la conformación calcárea presente en toda la región de la Península y la localidad que alberga al proyecto, este tipo de material es soluble al agua y se encuentra enriquecido con ácido carbónico, por lo que favorece la formación de cavidades subterráneas que propician hundimientos del terreno y con ello la configuración del paisaje, por lo que, el SA, área de influencia y área del proyecto comparte con el resto de la Península su carácter de planicie ondulada con premonitorios y hondonadas (Duch, 1988).

IV.4.2.2 Degradación de suelos

El suelo presenta alta permeabilidad como consecuencia de las características cársticas de la plataforma yucateca y, como se muestra en la siguiente figura (se puede consultar en anexo para su mejor apreciación), presenta signos de erosión química y física de gran fuerza, ocasionadas en parte por las extensas actividades agropecuarias que se desarrollan al interior del SA. Dada la erosión que sufre el suelo, a causa de las actividades agropecuarias como por la misma erosión natural, en ocasiones puede llegar a presentar desplomes en su techo formando cenotes y en el subsuelo se forman grandes cavernas.

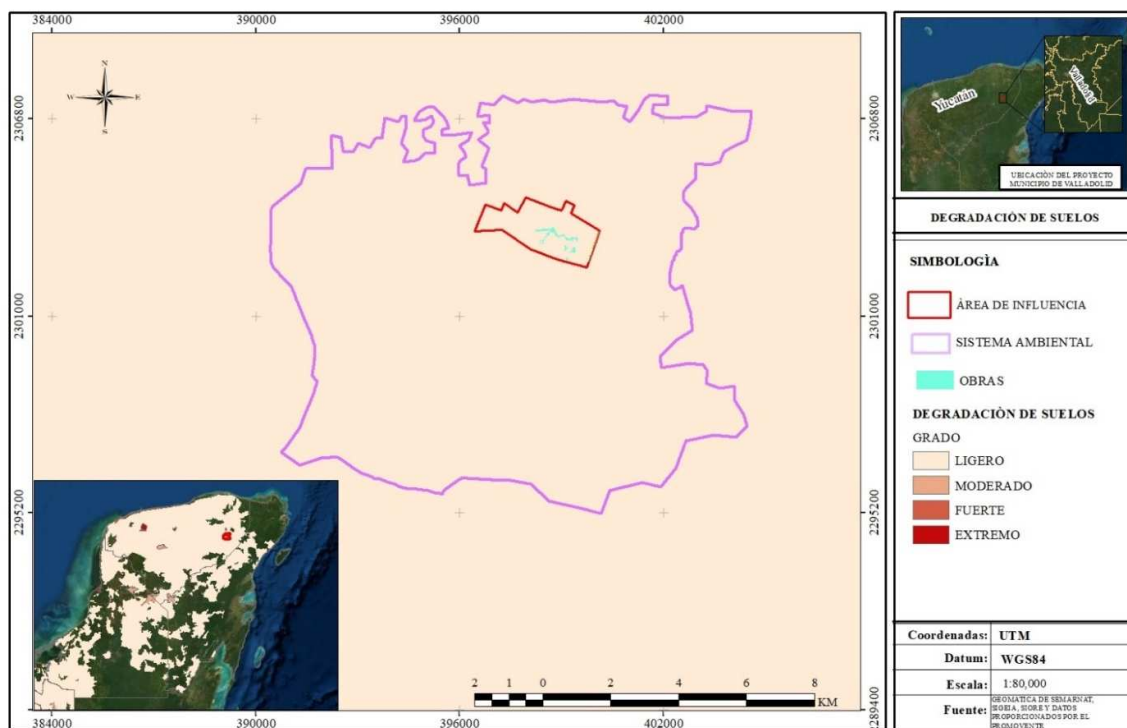


Figura IV. 10 Grado de degradación de suelo que se presenta en el SA, área del proyecto y su área de influencia.

IV.4.3. Procesos geológicos morfoestructurales.

El SA, área de influencia y el área del proyecto, se localizan dentro de la Provincia Geológica denominada Plataforma de Yucatán que se caracteriza por una gran planicie de lomeríos de pendientes suaves y poca altitud (SGM, 2006). La historia geológica de esta provincia está relacionada a la apertura del Golfo de México, que inició en el Triásico

Superior con la ruptura del supercontinente Pangea en el margen sur de la placa de Norteamérica, evento que continuó hasta el Jurásico Medio. Posteriormente, ocurrieron periodos de depósitos de transgresión y deposición de sedimentos dando lugar a sedimentos calcáreos de origen marino del periodo Terciario y actual.

En la siguiente figura se puede observar que el SA, el área de influencia y el área del proyecto se ubican en la Provincia Fisiográfica Península de Yucatán y la subprovincia Carso Yucateco (la figura se incluye como anexo para mejor apreciación).



Figura IV. 11 Subprovincia fisiográfica en el SA.

La Provincia Fisiográfica Península de Yucatán queda comprendida por un paquete de rocas carbonatadas, que abarcan desde el Cretácico al Reciente, la unidad más antigua corresponde a la Formación Carrillo Puerto (Durán & Méndez, 2010). El SA y área de influencia se encuentran dentro de la Formación Carrillo Puerto (TmplCZ-Cq), constituida por una secuencia de caliza y boundstone (coquina) de edad Mioceno-Plioceno. Las calizas son de tipo packstone (calizas que presentan textura gruesa), con huellas de disolución y alto contenido de fósiles, de acuerdo con la clasificación textural para rocas carbonatadas de Dunham. Como se ha podido observar, las rocas que constituyen a la

Formación Carrillo Puerto son muy heterogéneas, debido a sus variaciones litológicas y al diferente grado de disolución de las calizas, por lo que contienen grandes estructuras cársticas con dimensiones que van de pequeñas oquedades a grandes cavernas. Siendo esta Formación donde se emplaza el proyecto, tal y como se puede apreciar en la siguiente figura (anexa en digital para su mejor apreciación).

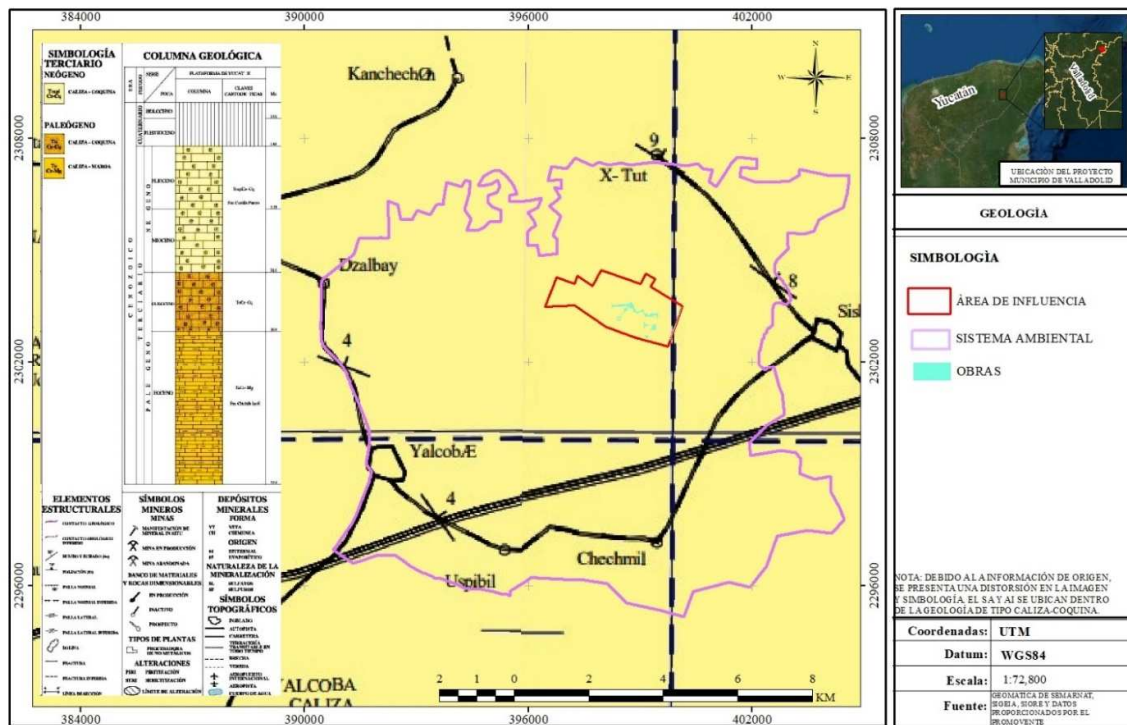


Figura IV. 12 Geología en el SA.
Fuente: SGM (2006). Carta Geológica – Minera, Clave F16-11 y F16-10. Quintana Roo y Yucatán. Servicio Geológico Mexicano.

En tanto que la subprovincia Carso Yucateco, en la cual incide el SA y área de influencia, se despliega desde los límites norte y centro del estado de Yucatán hasta el litoral del Mar Caribe en el oriente. Se distingue por su condición de planicie calcárea, con muy ligeras ondulaciones y un ligerísimo, casi imperceptible, declive que desciende desde los 5 msnm (altura media) hacia la costa caribeña.

Los rasgos geomorfológicos reconocidos en la Península de Yucatán por Lugo *et al.* (1992), a partir del análisis de varios mapas topográficos donde se reconoce que existe una relación con las edades del relieve, muestran que el SA y área de influencia se

encuentran ubicados en la planicie casi horizontal de 10 a 20 m de altitud, siendo este mismo tipo de planicie donde se emplaza el proyecto (ver siguiente figura, misma que se incluye en anexo para su mejor apreciación).

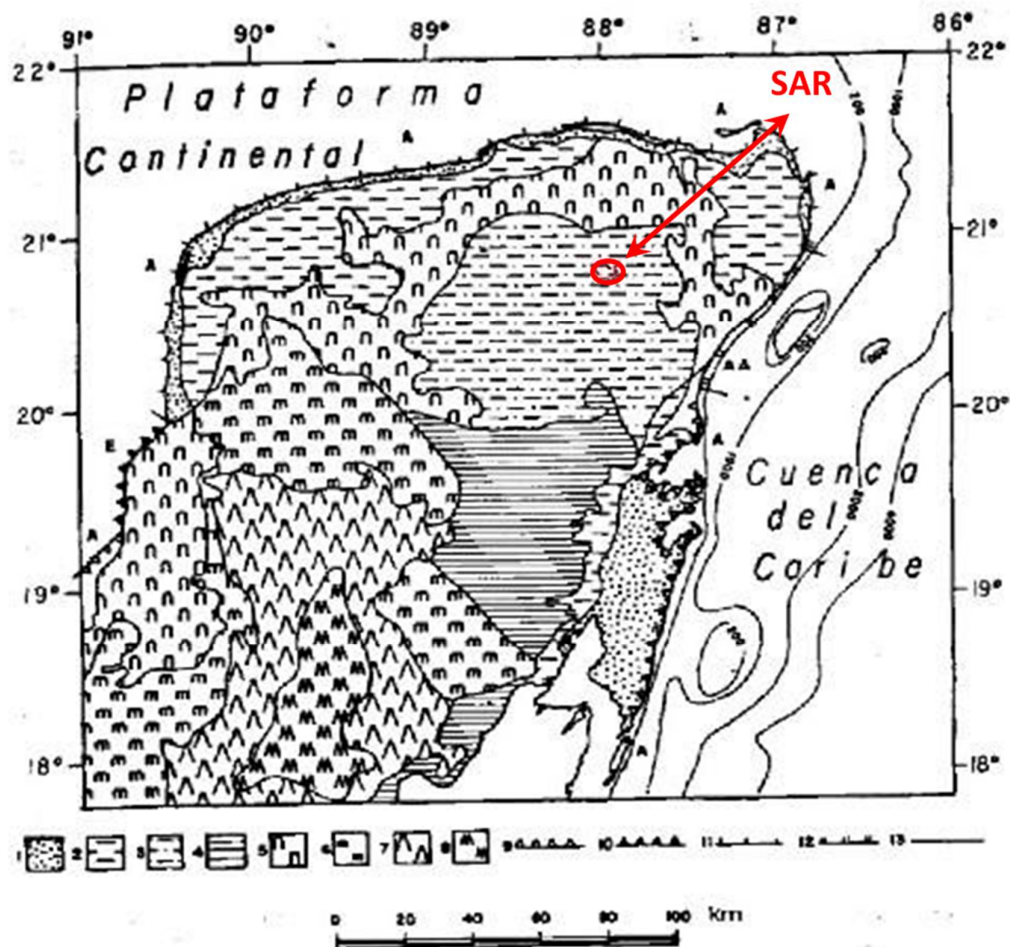


Figura IV. 13 Rasgos geomorfológicos de la Península de Yucatán.
Fuente: Lugo et al., 1992.

1-Planicie de acumulación marina, formada principalmente en el Holoceno. Planicies estructurales: 2-casi horizontal, de hasta 10 m de altitud, marginal a la costa; 3-casi horizontal, de 10-20 m de altitud; 4-casi horizontal en localidades con lomeríos, altitud de 20-50 m; 5-planicie con lomeríos, marginal a la costa, elevada 10-50 m; 6-planicies y lomeríos con altitud de 50-100 m. Lomeríos: 7-menores de 10 a 200 m de altitud; 8- mayores de 200 a 350 m de altitud. Dinámica de la línea de costa; 9- en retroceso hacia el continente, por sumersión o por ascenso del nivel del mar; 10- avance hacia el mar por emersión yo por acumulación deltaica; 11-avance hacia el mar por depósitos litorales; 12 neutral o no diferenciada.

Al respecto de las fallas y fracturas, son resultado de la historia geológica y el tipo de rocas, descritas anteriormente, y las presentes en la Formación Carrillo Puerto proveen un alto grado de permeabilidad y porosidad de las rocas que contienen oquedades de disolución. Según la literatura, en el SA se reconocen fracturas en la porción norte-este del mismo, lo que puede observarse en la siguiente figura (anexa en digital para mejor apreciación).

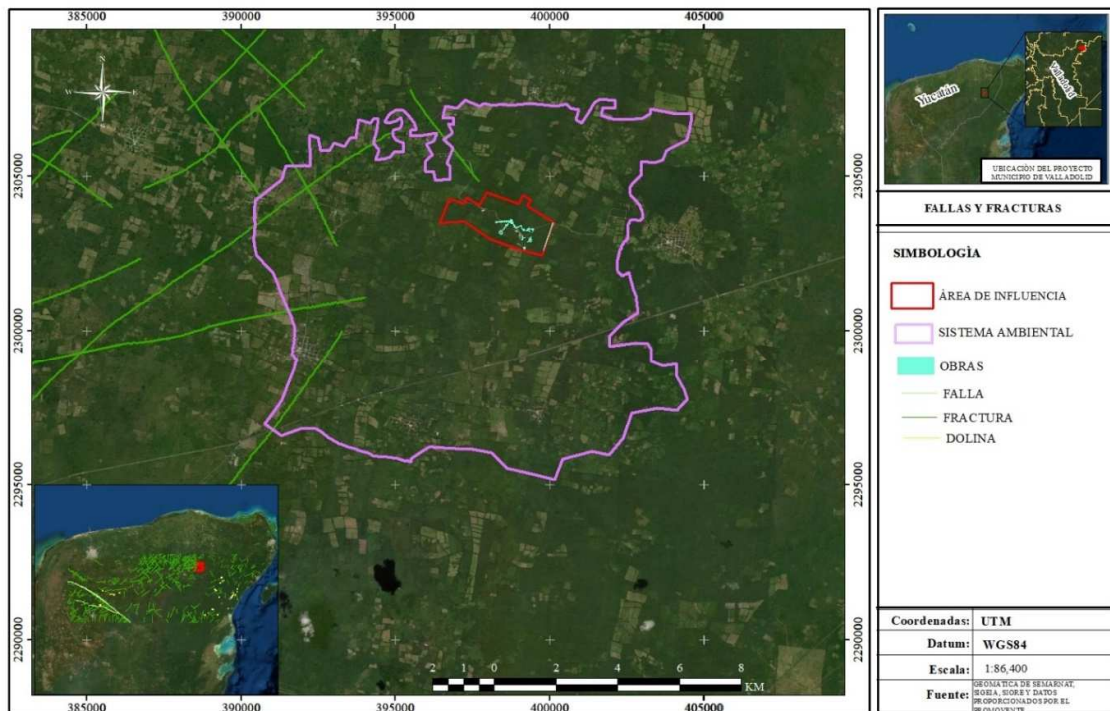


Figura IV. 14 Fallas y fracturas dentro del SA y área de influencia.
Fuente: INEGI.

A escala más pequeña, en el área del proyecto y su área de influencia, se observan diferentes tipos de estructuras, como fracturamientos que afectan a los estratos de caliza, acuñamiento de arenas calcáreas y las calizas que los cubren, así como disolución de roca, de acuerdo con los estudios hidrogeológicos³ que se hicieron en su momento en

³ Estudio Hidrogeológico en dos zonas (Xibalbá y Xmul Balam) para desarrollos ecoturísticos, los cuales se emplean como fuente bibliográfica para fines de la presente MIA-P por la ubicación del proyecto, y que se incluye en anexo para su consulta.

esa zona (ver figura siguiente misma que se puede consultar en anexo para su mejor apreciación).

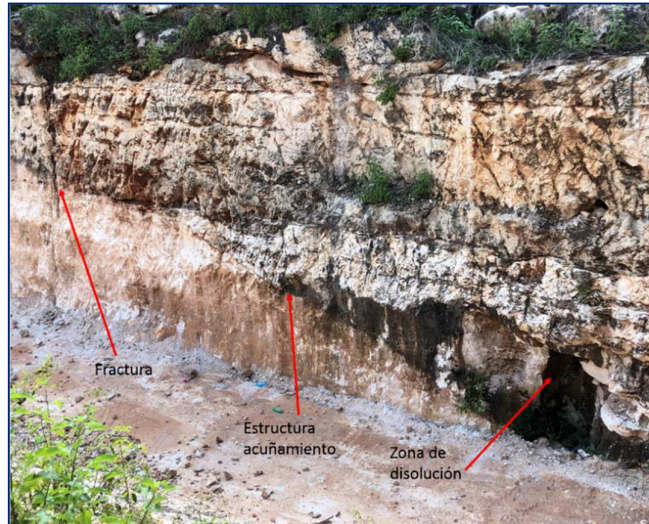


Figura IV. 15 Estructuras que afectan a las rocas en el Área del proyecto y su área de influencia.
Fuente: Estudio Hidrogeológico de Xibalbá y Xmul Balam para desarrollos ecoturísticos.

Sin embargo de lo anterior, es importante mencionar que, por las características del proyecto (ya descritas en el Capítulo II), éste no ocasionará cambios en la permeabilidad del área.

Dados los componentes geomorfológicos presentes en el SA y área de influencia, descritos anteriormente, se concluye que la superficie es una planicie calcárea de lomeríos de pendientes suaves, poca altitud que son factores que determinan otros componentes ambientales, como la hidrología superficial y subterránea o el paisaje natural, entre otros.

IV.4.4. Proceso hidrológico superficial

Tanto el SA como el área de influencia y el área del proyecto quedan comprendidas dentro de la Región Hidrológica RH32Ba denominada Yucatán Norte (ver figura siguiente, misma que puede ser consultada en anexo para su mejor apreciación), la cual limita al oeste y al norte con el Golfo de México, al este con el Mar Caribe y al sur con la división que delimita la RH 31 y RH 33.

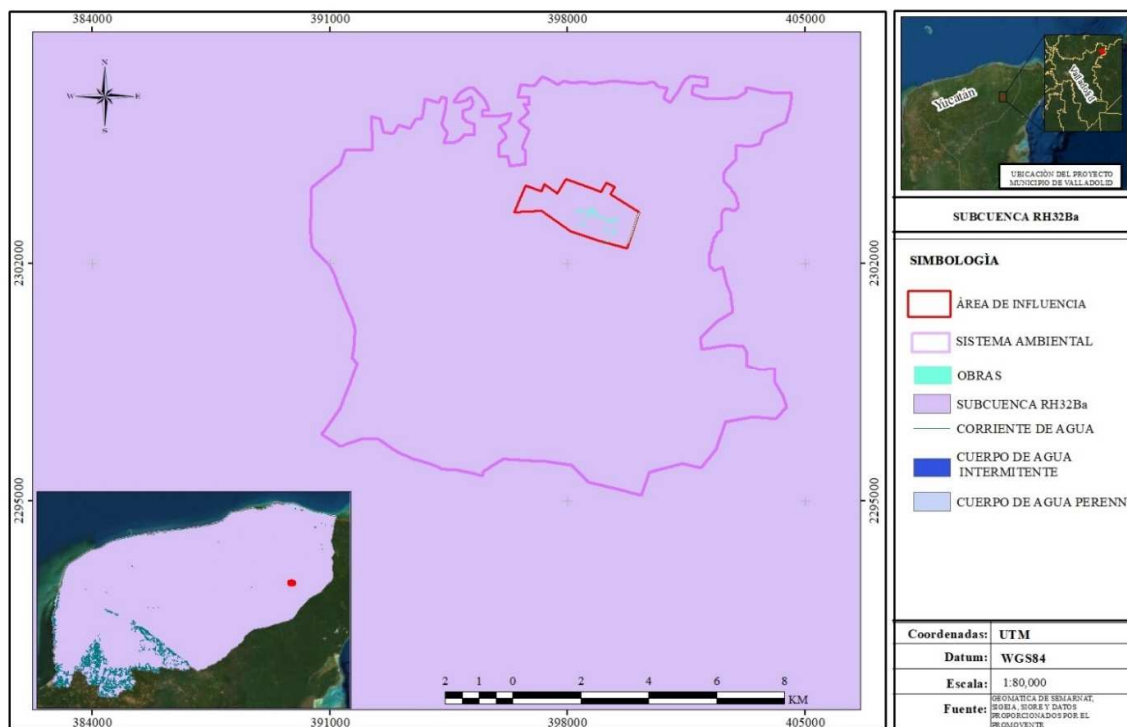


Figura IV. 16 Ubicación del SA y área del proyecto dentro de la Subcuenca Hidrológica RH32Ba.

Por las características permeables de los suelos y otras características geomorfológicas anteriormente mencionadas, del agua meteórica que recibe anualmente el estado de Yucatán, alrededor del 90% se infiltra a través de fisuras y oquedades de la losa calcárea, y el 10% complementario es interceptado por la cobertura vegetal retornando después a la atmósfera a través del proceso de evapotranspiración. La excesiva permeabilidad y la falta de desniveles orográficos impiden la formación de corrientes superficiales de importancia, por lo que hay ausencia de una red hidrográfica dentro de esta Región Hidrológica que abarca una superficie de 56,172 km².

Dado lo mencionado anteriormente, dentro del SA, área de influencia y área del proyecto, no existen embalses ni cuerpos de agua superficiales; sin embargo, la ausencia de escurrimientos superficiales se compensa con los abundantes depósitos de agua subterránea que serán expuestos en el apartado siguiente.

IV.4.5. Proceso hidrogeológico

El acuífero donde se ubica el SA, área de influencia y área del proyecto es el denominado Península de Yucatán compuesto por calizas, que se caracteriza por ser principalmente salino con un lente delgado de agua dulce, entre los 45-60 m de profundidad, que flota sobre el agua salada (Escolero *et al.*, 2000). En cuanto a la disponibilidad del acuífero, se extraen aproximadamente 1,300 millones de m³/año, mientras que en el estado de Yucatán se extrae del orden de los 758 millones de m³/año, lo que representa un 58% del volumen total de extracción del acuífero. En este sentido, el Acuífero Península de Yucatán cuenta con disponibilidad (ver figura siguiente, misma que se incluye en anexo para su mejor apreciación); es decir, no está sobreexplotado y tiene un volumen disponible de agua de 5.759 millones de m³ anuales para nuevas concesiones (CONAGUA, 2018). Cabe indicar que el proyecto no pretende realizar extracción del agua del acuífero.

La siguiente figura, misma que puede consultarse en anexo para mejor apreciación, muestra el acuífero Península de Yucatán, así como el SA, área de influencia y área del proyecto.



Figura IV. 17 Disponibilidad del acuífero en el SA, área del proyecto y su área de influencia.

La presencia de agua salina en el acuífero se ha medido a 110 km de la costa hacia tierra adentro (Marín, 2007), y se ha determinado que el origen del agua salada proviene tanto de la intrusión salina, cerca de la costa, como de la disolución de las evaporitas (Perry, 1995). El lente de agua dulce se dirige hacia la costa, y probablemente cambie su dirección en función de la estacionalidad y los ciclos oceánicos (Beddows, 2003), de manera que, en época de estiaje, la cuña salina avanza hacia el continente desplazando el lente de agua dulce, y en época de lluvias, principalmente por el efecto de eventos meteorológicos extremos, la cuña salina se contrae hacia la costa. En la siguiente figura se puede observar un diagrama de los lentes de agua en el acuífero (se anexa para mejor apreciación).

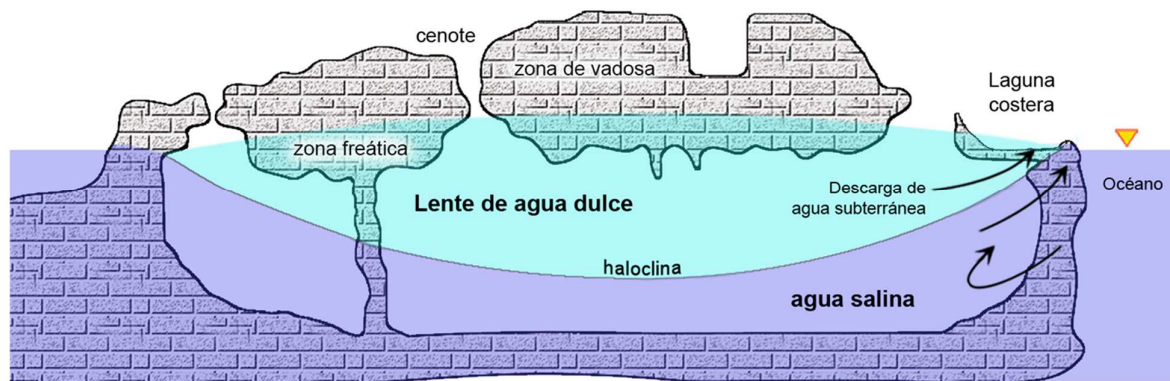


Figura IV. 18 Diagrama del acuífero de la Península de Yucatán, donde el agua subterránea está separada en el lente de agua dulce y la intrusión salina -agua de mar.
 Fuente: Modificado de Monroy-Ríos, 2016⁴.

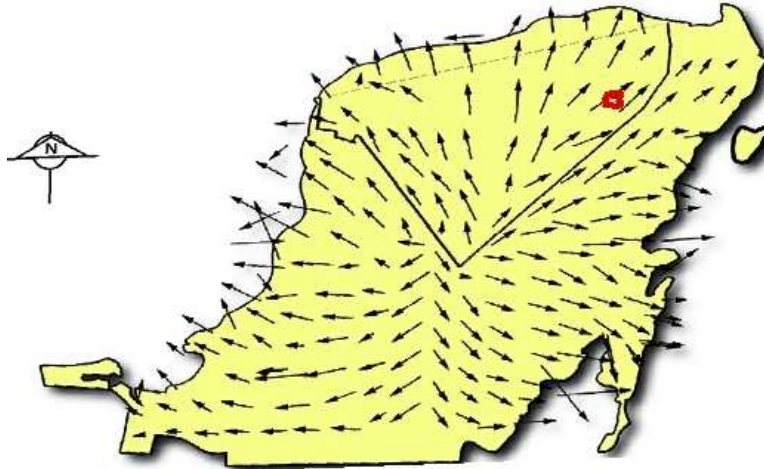
Aunado a lo anteriormente mencionado, mediante perfiles de conductividad eléctrica realizados a nivel del SA⁵ se determinó que no siempre hay un acuífero con agua dulce y que este tipo de agua no se encuentra distribuida de manera uniforme, por lo que su espesor varía de menos de 5 hasta 40 m. Además, en el área del proyecto la distribución de unidades no es uniforme, habiendo cambios laterales y verticales frecuentes, esto debido a la variación en la litología (calizas y areniscas calcáreas) y al mayor o menor grado de disolución de las calizas.

El proceso de recarga hacia el acuífero ocurre cuando la precipitación se infiltra a través de las fracturas de la roca o de la disolución de la roca calcárea promovida por la precipitación, creando canales o cavernas subterráneas que han dado origen a un sistema de formas cársticas (incluidos los cenotes y sistema de cuevas; Lugo *et al.*, 1992). Dadas las fracturas, los canales y cavernas en la Península de Yucatán, el agua subterránea fluye radialmente de las zonas de mayor precipitación, ubicadas al sur de Xpujil, hacia las costas dispersándose hacia el noroeste, noreste y norte, donde se realiza la descarga natural del acuífero, alimentando a los esteros y lagunas costeras,

⁴ <https://sites.northwestern.edu/monroyrios/investigacion/>

⁵ Estudio Hidrogeológico en dos zonas (Xibalbá y Xmul Balam) para desarrollos ecoturísticos, los cuales se emplean como fuente bibliográfica para fines de la presente MIA-P por la ubicación del proyecto, y que se incluye en anexo para su consulta

arrastrando además las sustancias que se adicionan al flujo en su recorrido (Prado, 2008). Ver siguiente figura que se anexa para mejor apreciación.



**Figura IV. 19 Flujo del agua subterránea en la Península de Yucatán (el cuadro rojo indica la ubicación del SA).
Fuente: Prado, 2008.**

En el área de influencia y área del proyecto, el subsuelo está constituido por un medio muy heterogéneo y anisotrópico, en el que a pesar de esto el agua tiene orientaciones preferenciales, los cuales están representados por las estructuras de disolución como las galerías y cavernas. De esta manera, existe un parteaguas subterráneo; es decir, que el flujo se divide en dos direcciones, hacia el noreste y noroeste, de acuerdo con el estudio hidrogeológico de Xibalbá y Xmul Balam para desarrollos ecoturísticos⁶.

⁶ Estudio Hidrogeológico en dos zonas (Xibalbá y Xmul Balam) para desarrollos ecoturísticos, los cuales se emplean como fuente bibliográfica para fines de la presente MIA-P por la ubicación del proyecto, y que se incluye en anexo para su consulta.

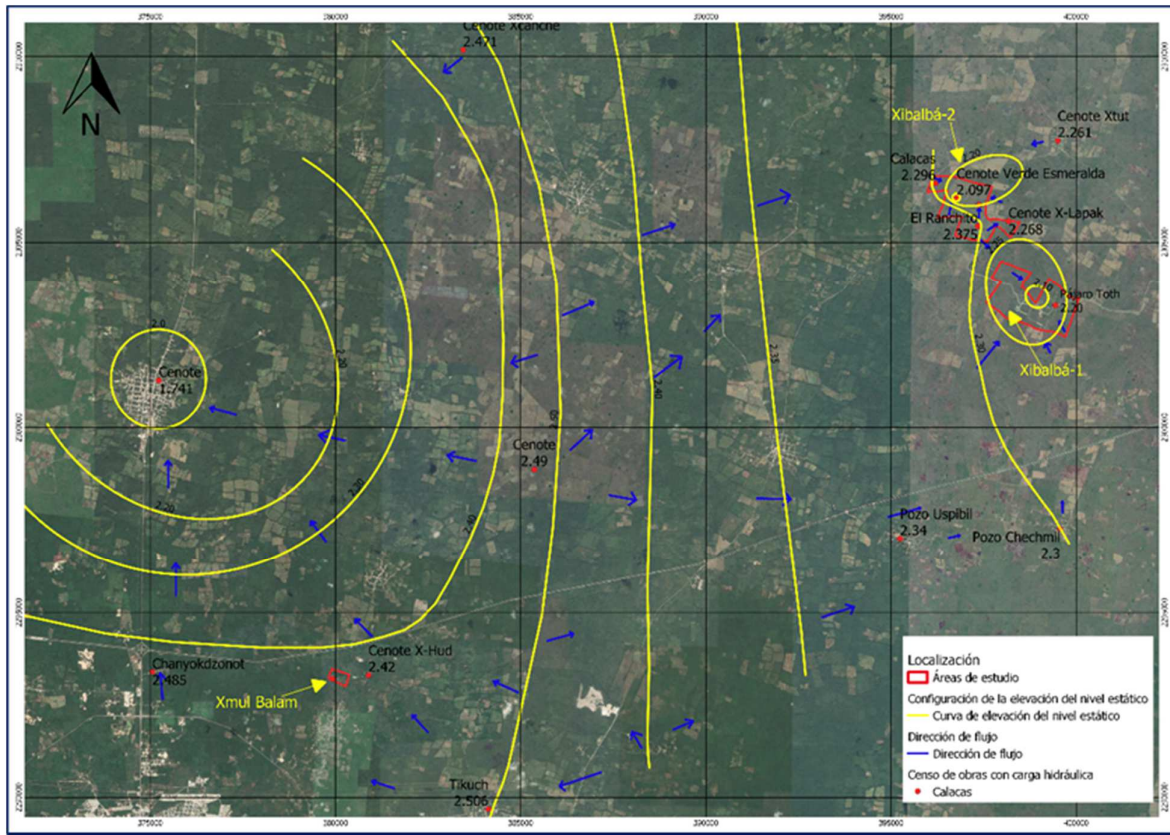


Figura IV. 20 Configuración promedio de la tendencia general de movimiento del agua subterránea.

Fuente: Estudio Hidrogeológico de Xibalbá y Xmul Balam para desarrollos ecoturísticos.

En la siguiente figura (misma que se puede consultar en anexo para su mejor apreciación), se presenta el flujo de agua con un mayor acercamiento al área de influencia y área del proyecto, en donde es evidente que el agua fluye hacia el interior concentrándose hacia el centro del área de influencia.

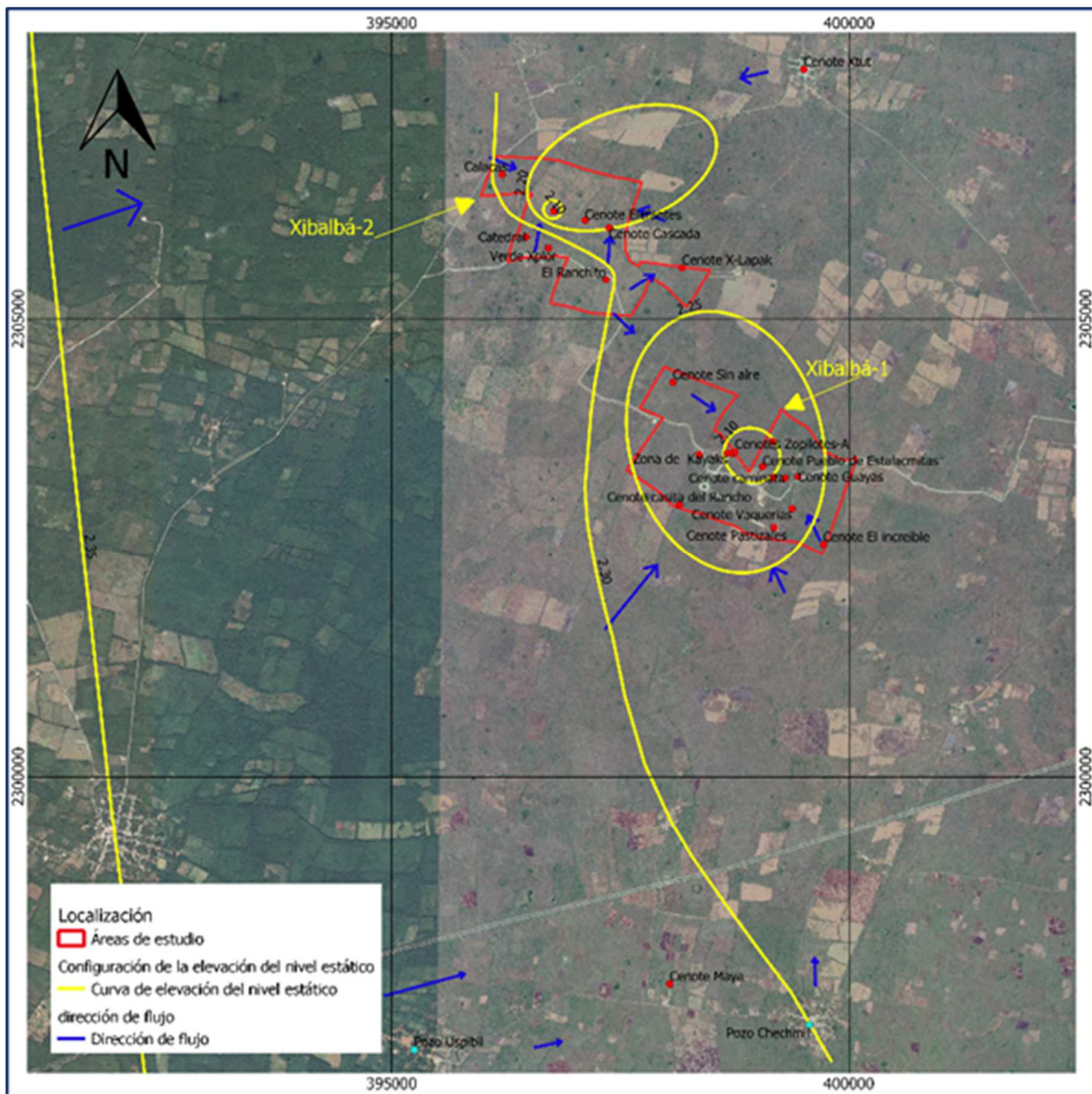


Figura IV. 21 *Movimiento promedio del agua subterránea en el área del proyecto.*
Fuente: *Estudio Hidrogeológico de Xibalbá y Xmul Balam para desarrollos ecoturísticos.*

Las características del medio que conforma el acuífero permiten que el movimiento de agua subterránea sea muy rápido a través de la red interconectada de cavidades cársticas. En lo relativo al tipo de acuífero, se concluye que a escala del área de influencia y área del proyecto su comportamiento es confinado debido a la heterogeneidad del medio y a que el agua está sometida a presiones extra atmosféricas, lo anterior de

acuerdo con un estudio hidrogeológico realizado para la zona⁷ y que fue consultado para el proyecto. Sin embargo, a escala regional el medio se podría asemejar a un acuífero de tipo libre, debido a la muy rápida comunicación que hay entre el agua de lluvia y el agua subterránea. Dado lo anterior, la descarga más importante de acuífero se presenta de forma natural por el movimiento horizontal del agua hacia la costa, y en mucho menor medida a través de los escasos pozos que existen en la zona de la península.

Cuando el grado de disolución avanza, se generan estructuras conocidas como cenotes y dolinas que varían en diámetro, desde unos cuantos metros hasta 100 m. Los cenotes se originan por el colapso de la parte superior de los estratos de caliza, una vez que la disolución actuó en el subsuelo generando cavernas. La profundidad que llegan a tener los cenotes en el área del proyecto es muy variable llegando a ser desde muy profundos (99 m) hasta ser muy reducidos, de forma que se desarrolla vegetación en los tirantes de agua. Es posible observar una gran variedad respecto a su morfología, desde cuevas inundadas que extienden redes de gran alcance a cenotes abiertos, cuya conexión con el acuífero se da únicamente a través de la porosidad de la roca (Schmitter-Soto et al., 2002).

En el subsuelo los cenotes están comunicados de forma irregular; es decir, por debajo del terreno no todo el material está saturado con agua, hay partes en donde la caliza está seca y otras zonas en donde los conductos de disolución están totalmente saturados (ver figura siguiente misma que se incluye en anexo para su mejor apreciación).

⁷ Estudio Hidrogeológico en dos zonas (Xibalbá y Xmul Balam) para desarrollos ecoturísticos, los cuales se emplean como fuente bibliográfica para fines de la presente MIA-P por la ubicación del proyecto, y que se incluye en anexo para su consulta.

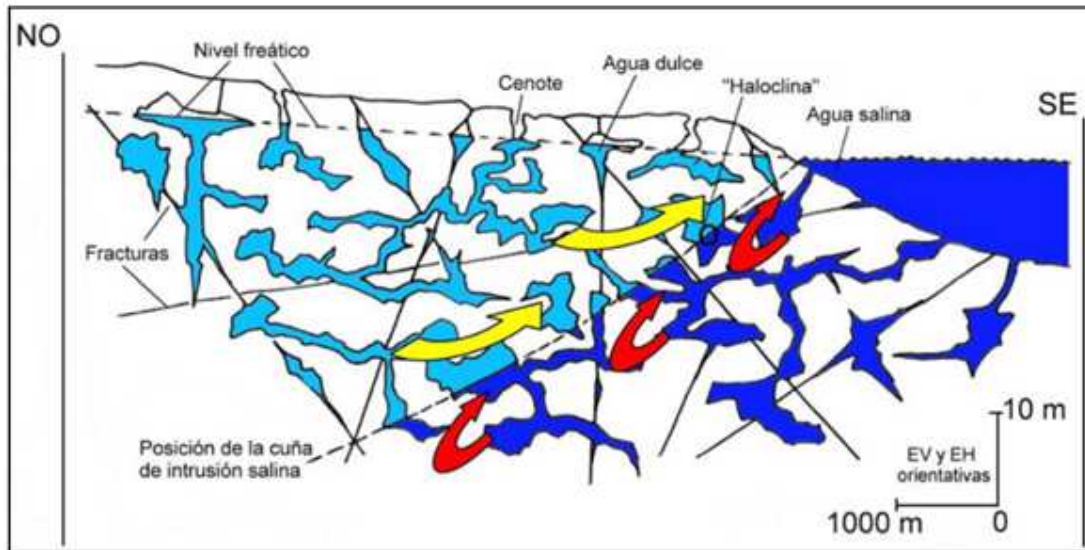
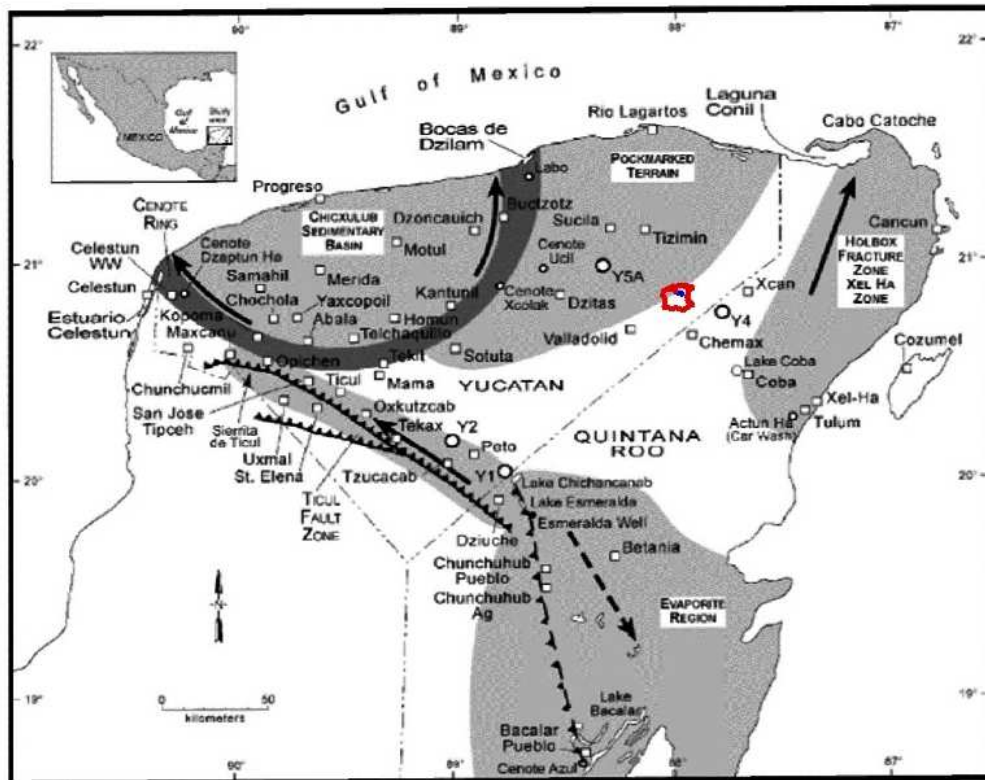


Figura IV. 22 Croquis de la heterogeneidad de las estructuras cársticas en el subsuelo.
Fuente: Estudio Hidrogeológico de Xibalbá y Xmul Balam para desarrollos ecoturísticos.

Los cenotes se distribuyen en toda la Península de Yucatán, pero existen áreas donde hay varios cenotes por kilómetro, y otros donde los cenotes están separados por varios kilómetros (Escolero *et al.*, 2010), los cuales se muestran en la siguiente figura con zonas color gris (se incorpora como anexo para mejor apreciación).



*Figura IV. 23 Distribución de cenotes en la Península de Yucatán.
Fuente: Perry, 2002.*

Si bien a gran escala, se observa que el área del proyecto es una zona de baja densidad de cenotes, a través de imágenes satelitales en una escala menor se pueden observar una gran cantidad de estas geoformas en el área de influencia y área del proyecto, así como hacia el norte y noreste de estas áreas y disminuyendo hacia el este y sureste, lo que indica un cambio en las características de las calizas que se ve reflejado en un menor desarrollo cárstico, de acuerdo con los estudios que se tienen para el área del proyecto⁸ (ver figura siguiente misma que se muestra en anexo para su mejor apreciación).

⁸ Estudio Hidrogeológico en dos zonas (Xibalbá y Xmul Balam) para desarrollos ecoturísticos, los cuales se emplean como fuente bibliográfica para fines de la presente MIA-P por la ubicación del proyecto, y que se incluye en anexo para su consulta.

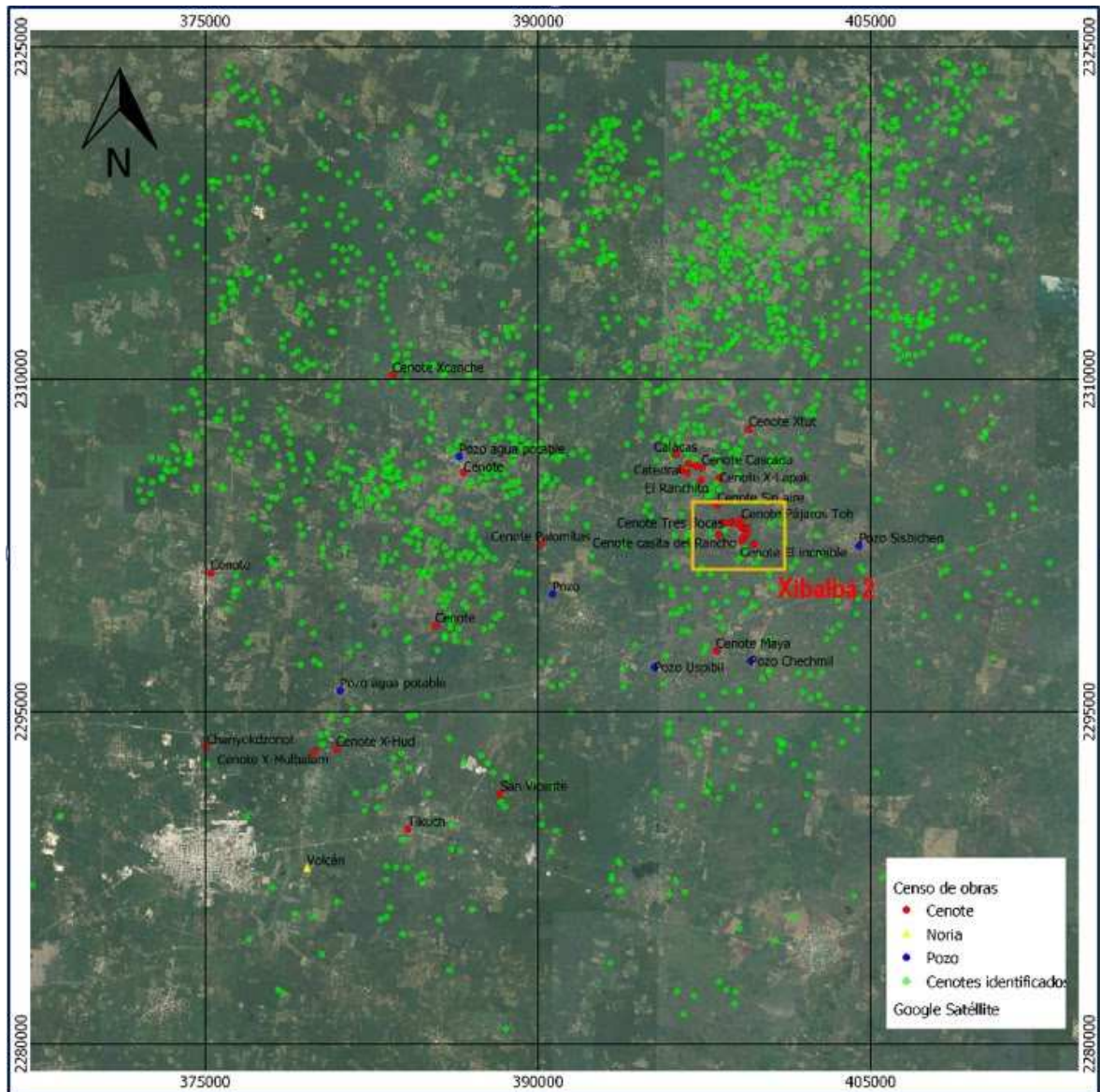


Figura IV. 24 Variación de la densidad de cenotes en la zona cercana al área del proyecto.
 Fuente: Estudio Hidrogeológico de Xibalbá y Xmul Balam para desarrollos ecoturísticos.

Los cenotes naturales que se encuentran directamente relacionados con el desarrollo del proyecto son: Cenote Zopilotes, Cenote Tres Bocas, Cenote Pueblo Estalagmitas, Cenote Tres Labios, Cenotes Guayas y Cenote El Pilón; adicionales a los cenotes, se identifican cuerpos de agua artificiales que corresponden al área de kayaks, tirolesas, aviario y al cuerpo de agua Rehollada.

Para caracterizar las condiciones de los cenotes del proyecto se realizó un estudio,⁹ incluido en anexo, en el que se describieron de forma general las condiciones de dichos cenotes, pudiéndose observar que el diámetro de apertura hacia la intemperie, el tamaño y el número de accesos al agua difiere, por lo tanto, la cantidad de energía solar por región y el aporte de material alóctono que potencialmente puede ingresar a ellos debe ser distinta. El estudio demuestra que, a excepción del Cenote Zopilotes, todos los demás cenotes son de tipo lóxico, jóvenes, con agua cristalina, fondos limpios, rocosos o arenosos y masas de agua homogéneas; por otro lado, el cenote Zopilotes es un ejemplo de cenote léxico, ya que presenta una turbidez en el agua que impide una visibilidad en el fondo mayor a los 5 metros, con paredes azolvadas, detritos orgánicos alóctonos en el fondo que favorecen la producción de H₂S, y múltiples bloqueos en sus conexiones hidráulicas con el acuífero por sedimentación. En la siguiente tabla se presenta el tamaño, profundidad y tipo de cenote para cada uno de ellos.

Tabla IV.1 Características de los cenotes muestreados. Fuente: Liévano Beltrán, 2021.

Cenote	Diámetro	Profundidad máxima	Tipo	Fondo
Tres Bocas	43m	>50m	Cántaro lóxico	Arenoso
Pueblo Estalagmitas	44m	36m	Cántaro lóxico	Arenoso
Tres Labios	45m	24m	Cántaro lóxico	Arenoso
Zopilotes	30m	22m	Cántaro léxico	Lodoso
Guayas	40m	9m	Cántaro lóxico	Arenoso
Pilón	42m	>26m	Cántaro lóxico	Limoso
Vaquerías	50m	30m	Cántaro lóxico	Arenoso

⁹ Liévano Beltrán, L. A. 2021. Reporte de actividades realizadas del 26 de noviembre al 15 de diciembre del 2021 en el parque Ecoturístico Xibalbá.

En la tabla anterior no se incluye el cenote Pastizales, el cual es de tipo léntico con una ciénega al centro, el cual no fue caracterizado debido a que en este cenote las actividades consideradas solo serán de tipo contemplativo; es decir, no se realizarán actividades al interior del mismo. Cabe señalar que además se consideró al cenote El Increíble como testigo, el cual también es de tipo cántaro lótico, cuenta con 36 cm de diámetro, una profundidad máxima de 23 metros, temperatura de 23.9°C y su fondo es lodoso; es importante mencionar que este cenote no tiene relación directa con la operación del proyecto, sin embargo, se describe ya que sirve como punto de comparación más adelante en la caracterización de la fauna.

Los cenotes se clasifican de acuerdo con la etapa del proceso de apertura que comunica el acuífero subterráneo, con la vegetación y la luz solar en superficie, descrito por Beddows *et al.* (2007). De acuerdo con la tabla anterior, los cenotes relacionados con el desarrollo del proyecto son de tipo cántaro léntico y lótico (ver siguiente figura anexa en digital para mejor apreciación).

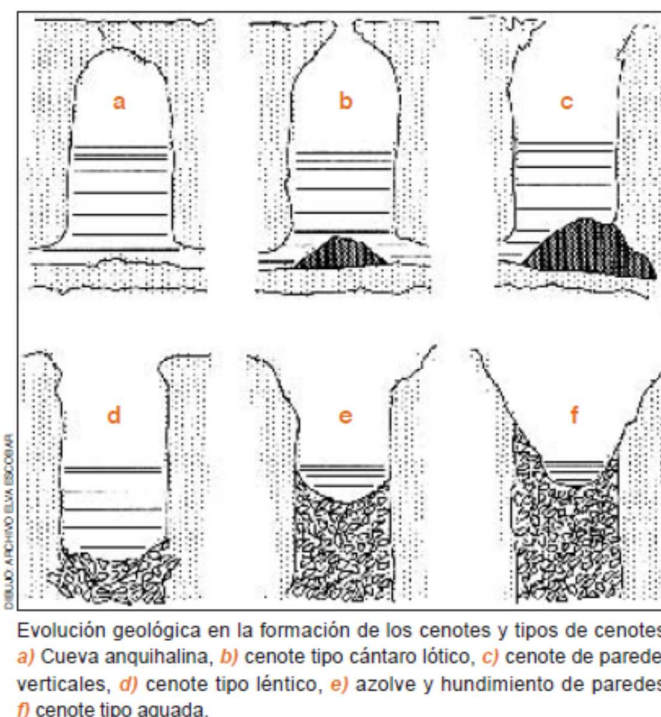


Figura IV. 25 Tipos de cenotes en la Península de Yucatán.
Fuente: Beddows et al., 2007.

De acuerdo con la literatura, el cenote tipo cántaro esta menos expuesto a la luz y es acorde al tamaño de la apertura del cenote, además de determinar cuánta materia orgánica puede entrar al mismo, principalmente durante época de lluvias (Beddows *et al.* 2007). El cenote tipo cántaro lótico es considerado joven, se conecta libremente con el acuífero a través de los túneles de las cuevas siendo un recambio de agua rápido, el flujo del agua es horizontal y el tiempo de residencia del agua es corto. Los cenotes de tipo cántaro léntico son más viejos, presentan un bloqueo de la conexión principal con el acuífero, debido al colapso del techo o las paredes y la sedimentación, con lo cual el intercambio con el agua subterránea es restringido y el recambio del agua es más lento.

En los cenotes lénticos el agua acumula materia orgánica disuelta, particulada, detrito orgánico y organismos vivos, la materia orgánica particulada y el detrito se remineralizan en nutrientes por vía microbiana, modificando las características fisicoquímicas del agua y reflejadas en el pH, la turbidez y el contenido de oxígeno disuelto, que inciden en la generación de gradientes químicos verticales marcados, por lo cual se presentan aguas anóxicas (sin oxígeno) y ácidas en el fondo (Beddows *et al.*, 2007). Lo anterior refuerza el fondo lodoso registrado en el cenote Zopilotes (ver tabla anterior).

En particular, dentro del SA los sitios de recarga del acuífero se reconocen en la porción norte-este, sitios donde se presentan fallas o fracturas, como ya ha sido referido en el apartado “procesos geológicos morfoestructurales”, pero en el área de influencia y del proyecto no se presentan fallas o fracturas profundas; por tanto, el proyecto no interferirá en el proceso de recarga del acuífero.

Por otra parte, las variables fisicoquímicas entre los cenotes caracterizados dentro del estudio de cenotes consultado ¹⁰, presentaron variaciones significativas, pero se encuentran dentro de lo esperado para ecosistemas de este tipo de cenotes, con temperaturas dentro de un rango de 22 a 33°C y conductividades que abarcan un rango de 42 a 7390 $\mu\text{S cm}^{-1}$, donde las variaciones más notorias ocurren sobre los 12 m de

¹⁰ Liévano Beltrán, L. A. 2021. Reporte de actividades realizadas del 26 de noviembre al 15 de diciembre del 2021 en el parque Ecoturístico Xibalbá.

profundidad. Además, la conductividad suele incrementar hacia el límite inferior del lente de agua dulce debido a que está subyacente por agua marina, que favorece la disolución de la roca y también se asocia con la temperatura al facilitar la dispersión de iones en el agua.

En cuanto a la calidad del agua de los cenotes, con base en análisis químicos históricos, se conoce que es de muy buena calidad desde el punto de vista contaminación por procesos generadores de materia orgánica, debido a que los valores DBO, nitritos y nitratos son en general muy bajos. Otros parámetros como los coliformes fecales y totales sobrepasan la norma para algunos cenotes; sin embargo, sólo manifiesta contaminación de tipo local (ver en anexo el estudio hidrogeológico en dos zonas, Xibalbá y Xmul Balam), tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla IV.2 Parámetros físico químicos de algunos cenotes en el área del proyecto.
Fuente: Estudio Hidrogeológico¹¹.

Cenote	Temperatura (°C)	CE final (ppm)	Coliformes fecales	Coliformes totales
Tres Labios	26	842.88	9	28
Guayas	27.5	1034.88	10	10
Vaquerías	26	1021.44	0*	10

*Los datos solo se tomaron para algunos de los cenotes del área del proyecto y son del 2019 pero en algunos casos se señala con * para el 2017. CE: Conductividad eléctrica.*

Cabe mencionar que el proyecto pretende utilizar los cenotes que se encuentran dentro de su predio con fines recreativos, el cual es un aprovechamiento no consuntivo, por lo cual no se prevé que las actividades tengan influencia en el movimiento del agua, ni en la recarga del acuífero a nivel del SA ni del área del proyecto.

¹¹ Estudio Hidrogeológico en dos zonas (Xibalbá y Xmul Balam) para desarrollos ecoturísticos, los cuales se emplean como fuente bibliográfica para fines de la presente MIA-P por la ubicación del proyecto, y que se incluye en anexo para su consulta.

IV.4.6.Paisaje

El paisaje se conforma por un conjunto de elementos de tipo fisiográficos o naturales, antrópicos o artificiales, sociales o culturales que se interrelacionan entre sí (como la geomorfología, clima, vegetación, fauna, agua y modificaciones antrópicas). Estos elementos configuran una escena estética, armónica, con orden y significado que es delimitado por un observador. En este sentido, el paisaje puede variar como consecuencia del avance social y natural de un espacio determinado (Nogé y De San Eugenio, 2011), o dependiendo de la temporalidad y ubicación geográfica en donde se encuentre el observador.

IV.4.6.1 Tipos de paisaje

El principal indicador para evaluar el paisaje natural y antrópico en el SA son los usos de suelo y vegetación establecidos por el INEGI serie VI (2017). Por lo que se reconocen dos unidades de paisaje en el SA: paisaje natural y paisaje antrópico. El paisaje natural se constituye por: el Paisaje de Selva Mediana Subcaducifolia y Paisaje de Cenotes, y dentro del antrópico se pueden identificar al paisaje urbano y al turístico.

IV.4.6.2 Tipos de paisajes naturales en el SA

Un paisaje natural es aquél en donde aún se preservan los elementos originales del medio, y el paisaje antrópico es el medio que el hombre ha transformado. Como bien se mencionó anteriormente, los paisajes naturales en el SA pudieron identificarse por los tipos de vegetación y por la capa de usos de suelo y vegetación INEGI Serie VI, los cuales son: Paisaje de Selva Mediana Subcaducifolia y Paisaje de Cenotes.

Paisaje de selva mediana subcaducifolia

Este tipo de vegetación es representativo de paisajes tropicales con pendientes suaves, se caracteriza por presentar entre 25 y 50% de especies caducifolias, pero la presencia de taxa perennifolios le permite conservar cierto verdor aún en las épocas más secas del año. La descripción de este tipo de paisaje, se presenta en el apartado biótico para el SA.



**Figura IV. 26 Paisaje de Selva Mediana Subcaducifolia presente en el SA.
Fuente: Imagen tomada de Google Earth.**

Paisaje de cenotes

Los cenotes se refieren al espacio subterráneo con agua, pero abierto al exterior en algún grado. Este tipo de paisaje es típico de la Península de Yucatán, debido a los procesos de la roca cárstica, lo que genera el afloramiento del agua subterránea del acuífero.

Debido a su belleza natural, este tipo de paisajes naturales son aprovechados para uso recreativo, los cuales han sido acondicionados para su acceso. Cabe destacar que este tipo de paisaje es el que se encuentra en el área del proyecto, y que se aprovecha con fines turísticos (ver las siguientes figuras que también se anexan en digital para mejor apreciación).

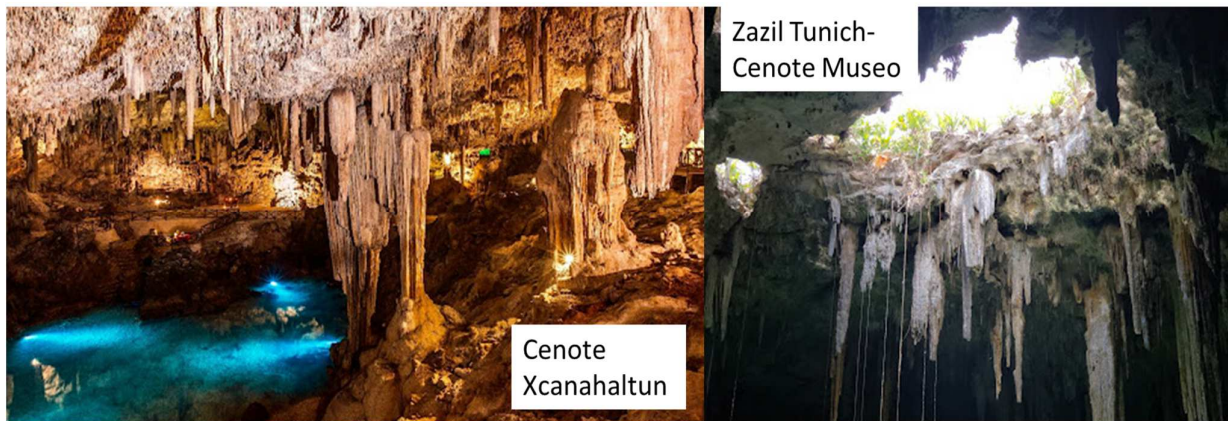


Figura IV. 27 Paisaje de Cenotes en el SA.
Fuente: Imágenes tomadas de internet.

IV.4.6.3 Tipos de paisajes antrópicos en el SA

Este tipo de paisajes están definidos por el uso de suelo, INEGI Serie VI (2017), ya sea de tipo urbano, turístico, industrial, vivienda o agropecuario. En el SA, los paisajes antrópicos son el urbano y el turístico.

Paisaje turístico

El paisaje turístico es definido como un espacio urbano inmerso en un entorno natural, el cual ofrece una gran variedad de recursos potenciales, siendo considerado una zona de transición entre lo natural y lo antrópico. Por lo que el lugar funge como un espacio de paso y/o tránsito.

Su valor estético es dado por el paisaje natural al que se quiere observar, la infraestructura y materiales que se adecuan al paisaje natural, además de las zonas de servicios propios para la recreación.

El paisaje turístico en el SA está relacionado principalmente con el paisaje de cenotes, descrito anteriormente, los cuales están presentes en el área del proyecto (ver la siguiente figura anexa en digital para mejor apreciación).



*Figura IV. 28 Paisaje turístico en el SA.
Fuente: Imagen tomada de internet.*

Paisaje urbano

Otro tipo de paisaje antrópico es el Paisaje urbano, que se constituye por la presencia de viviendas, infraestructura y equipamiento necesario para albergar a las personas que habitan permanentemente en el lugar. En el caso del SA, se reconocen zonas urbanas y la infraestructura carretera, así como zonas donde se realizan actividades antrópicas como el cultivo.

De acuerdo con los paisajes presentes en el SA, antes descritos, se puede destacar que el paisaje antrópico es el dominante al abarcar el 55.6% de la superficie del SA, siendo el paisaje de cenotes el utilizado con fines recreativos, por tanto, es considerado también como paisaje turístico.

IV.4.6.4 Paisaje en el área del proyecto

El proyecto se ubica dentro de un área con presencia de cenotes, por lo que el paisaje que se observa es el natural por la presencia de éstos, aun cuando se han incorporado

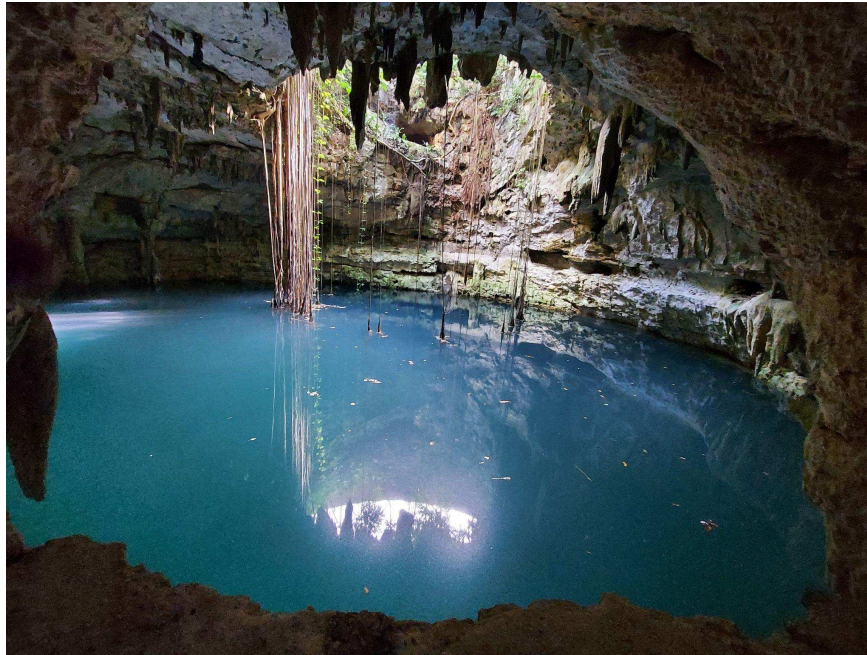
elementos que permiten la actividad turística (ya descrita en el Capítulo II). En la siguiente figura se muestra una vista satelital del área del proyecto donde se reconoce la ubicación de los cenotes y cuerpos de agua artificiales (anexa en digital para mejor apreciación).



Figura IV. 29 Paisaje de cenotes y cuerpos de agua artificiales con uso turístico en el área del proyecto.

Fuente: Datos proporcionados por la promotora.

En la siguiente figura se presenta uno de los cenotes que conforma parte del paisaje natural en el área del proyecto.



*Figura IV. 30 Vista de uno de los cenotes que conforman el paisaje natural en el área del proyecto.
Fuente: Fotografía tomada en el área del proyecto.*

IV.5 Medio socioeconómico

IV.5.1. Factores sociodemográficos

En esta sección es importante hacer notar que, si bien el proyecto se propone dentro del municipio de Valladolid, el SA se ubica en parte de tres municipios: Valladolid, Chemax y Temozón; sin embargo, toda el área de influencia, el proyecto y la mayor parte del SA se encuentran en el municipio de Valladolid, donde Valladolid es la ciudad más grande e importante dentro del SA, es por lo que este apartado se enfoca en los datos y cifras de dicho municipio.

En el desarrollo de la presente MIA-P, se considera importante el contar con un panorama de la población, en cuanto a habitantes como a los parámetros socioeconómicos, debido a que la implementación del proyecto podrá tener un impacto positivo sobre la población de las comunidades que se encuentran cercanas, por la creación de empleos, de forma tal que el conocer datos actuales ayuda a tener una idea del impacto que podría tener el proyecto en lo socioeconómico a futuro.

IV.5.1.1 Crecimiento y distribución de la población

El municipio de Valladolid posee una superficie de 1,117 km y una gran variedad de características socioeconómicas a lo largo de su territorio. La población total en este municipio es de 85,460 habitantes de acuerdo al último Censo de Población y Vivienda 2020 efectuado por el INEGI, siendo la población masculina de 41,961 personas y la femenina de 43,499. A comparación con el 2010, la población del municipio creció un 15.1%. La población total del municipio representa el 3.68%, con relación a la población total del Estado de Yucatán, siendo el tercer municipio más poblado después de Mérida y Kanasin.

IV.5.1.2 Migración

En cuanto a la migración, el último Censo de Población y Vivienda 2020 arrojó que la población nacida en la entidad y que vive en el municipio es el 94.2% de la población total, siendo un 5.8% de la población residente procedente de otro sitio (fuera de la entidad), por lo que se puede establecer que existen procesos de migración bajos en el municipio de Valladolid. Del 5.8% de la población inmigrante, el 22.6% se encuentra en el municipio por trabajo, el 42.9% por alguna situación familiar, el 15.7% por estudios, el 11.5% por inseguridad, y el 7.4% por otras razones. Al respecto, el proyecto no provocará procesos de migración en el SA, ya que considera hacer las contrataciones necesarias a partir del mercado local, siendo que este contemple a las poblaciones más cercanas al proyecto.

IV.5.1.3 Grupos étnicos

En cuanto a la representatividad de grupos étnicos, según el último Censo de Población y Vivienda realizado en el 2020, en el municipio de Valladolid el 50.29% de la población mayor de 5 años además del español habla una lengua indígena, y el 8.04% de la población mayor a 5 años no habla español y se comunica en lengua indígena, siendo las lenguas más frecuentes el Maya (99.2%) y el Mixe (0.5%). Por otro lado, el 3.3% de la población mayor a 5 años de edad se considera afroamericana negra o afrodescendiente.

IV.5.1.4 Religión

En el municipio de Valladolid hay varias religiones, entre las que se encuentran la católica, la iglesia de Jesucristo de los santos de los últimos días, pentecostés, adventistas del séptimo día y presbiterianos. La población de 5 años y más que es católica asciende al 75% de los habitantes, mientras que los no católicos en el mismo rango de edades suman el 25% de los habitantes.

IV.5.1.5 Educación

Para 2020, el grado promedio de escolaridad de la población de 15 años o más en el municipio de Valladolid era de 8, de manera que el 7.9% de la población no tiene escolaridad, el 53.1% tiene educación básica, el 21.1% educación media superior, 17.7% superior y el 0.2% no se encuentra especificado.

En 2010, que son los datos de infraestructura escolar más actualizados publicados según el CONEVAL, el municipio de Valladolid contaba con 46 escuelas preescolares (3.6% del total estatal), 63 primarias (4.6% del total) y 25 secundarias (4.5%). El municipio también contaba con 18 primarias indígenas (10.3%).

IV.5.1.6 Vivienda

De acuerdo al último Censo de Población y Vivienda efectuado por el INEGI en 2020, el Municipio de Valladolid contaba con 22,070 viviendas (3.4% del total de hogares en el estado). Del total de viviendas el 3.3% (728.31 viviendas) cuenta con piso de tierra. El tamaño promedio de los hogares en el municipio fue de 3.9 integrantes, lo que corresponde a 1.4 integrantes por cuarto. En cuanto a los servicios que poseen las viviendas, el 63.7% cuenta con agua entubada, el 86.7% con drenaje, el 88.4% con servicio de sanitario y 98.4% con energía eléctrica.

En cuanto a los parámetros poblacionales del municipio de Valladolid, es posible evidenciar que se trata de una de las ciudades más pobladas del estado, que cuenta con una densidad de población de 79.3 habitantes por kilómetro cuadrado, en la que se tiene crecimiento poblacional y una baja tasa de inmigración; además, por la disponibilidad de servicios y equipamiento se observa que es un municipio en desarrollo con pocas áreas rurales, donde sin embargo, la población étnica presente sigue teniendo un gran peso, siendo casi la mitad de los habitantes. Además de que se cuenta con altos porcentajes

de alfabetización, siendo este del 98.8% para la población entre los 15 y 24 años y del 87.5% para los mayores de 25 años.

IV.5.2. Factores socioeconómicos

Las condiciones socioeconómicas imperantes en los terrenos y paisajes, ya antes descritos, también son reflejo de la homogeneidad edafológica, climática y biológica, por lo que se caracterizarán y describirán las actividades económicas y productivas más relevantes del municipio de Valladolid, que es el que mayor superficie cubre en el SA, y donde se encuentra el área de influencia y área del proyecto.

Las principales actividades económicas que se realizan en el municipio de Valladolid, donde se ubica el SA, área del proyecto y su área de influencia, son las actividades de turismo, industria, ganadería y agrícola (siembra de maíz grano, chile verde, pastos, tomate rojo). Sin embargo, el sector comercial y turístico es la principal actividad económica dado que es donde se concentra la mayor población económicamente activa, al ser el municipio de Valladolid el punto de paso para el turismo que se dirige a la zona Arqueológica de Chichén Itzá o a la ciudad de Mérida.

El sector turístico en Valladolid es uno de los más dinámicos, principalmente del sureste mexicano, aunque también del resto del país. Entre sus mayores y más conocidos atractivos turísticos se encuentran el Convento de San Bernardino de Siena, la Calzada de los Frailes, el Palacio Municipal, la Iglesia de San Gervasio, la capilla de la Candelaria (donde reside la virgen patrona del municipio) y el Museo de San Roque, otros atractivos turísticos derivan de la herencia arquitectónica del siglo XIX y principios del XX; el Ex Telar de la Aurora y el Parque Central Francisco Cantón de Rosado. En los alrededores también se asienta un gran número de cenotes (sobresalen los cenotes Xkekén, Samulá, Suytun y Zací), grutas y otros atractivos naturales, que lo hacen un destino ideal para la práctica del turismo de naturaleza.

Siendo los cenotes el principal atractivo del proyecto, por la belleza escénica, se estará atrayendo turismo nacional y extranjero, lo que generará dinamismo y derrama económica en la zona, en la región y el estado.

IV.5.2.1 Monumentos arqueológicos

Se tienen veinticinco sitios arqueológicos en el municipio de Valladolid, los principales monumentos arqueológicos son Kumal, Xkuxil, Xkakuil, Dzoyolá y Xkax. En cuanto a monumentos históricos se encuentran: el monumento a Don José María Iturralde y Traconis y el monumento a los Niños Héroes en el Parque de Santa Ana.

Ninguno de estos monumentos se encuentra dentro del área del proyecto, por lo que no serán afectados por las actividades del mismo.

IV.6 Diagnóstico ambiental

El Sistema Ambiental, área de influencia y área del proyecto se ubican al interior de la UGA 1.2 L-Planicie Chemax, misma que se caracteriza por una amplia extensión de áreas agropecuarias conformadas por terrenos llanos de altitud media entre los 20 y 30 msnm y ligeras inclinaciones de terreno y elevaciones aisladas, lo que dota a toda la UGA y por consiguiente al SA, área del proyecto y su área de influencia.

En cuanto al clima, en la Península de Yucatán se identifica de tipo AW1(x') que corresponde a cálido subhúmedo, donde específicamente en el SA y área del proyecto se tiene una temperatura media de 26.5°C y precipitaciones mayores a los 45 mm, las condiciones climáticas pueden variar por influencia de los eventos meteorológicos que se presentan en la Península de Yucatán, así como en el SA, área del proyecto y su área de influencia, debido a que se carecen de barreras geográficas dada la topografía llana de toda la península.

Los volúmenes de precipitación, y la presencia y velocidad de los vientos se ven modificados por la incidencia de ciclones tropicales en la Península de Yucatán, e influye en la modificación de otros componentes como son la vegetación y la erosión del suelo, de manera que los cambios en el clima y la precipitación son relevantes en cuanto a las actividades que se desarrollan al interior del SA como son las actividades agropecuarias, marcando una pauta en las tendencias de desarrollo y deterioro de la región, que al interior del SA se observan hacia un aumento en la deforestación para la implementación de pastizales cultivados. No obstante, de acuerdo con registros históricos, en el área del

proyecto la presencia de eventos climáticos es baja, y los que se han presentado han sido de baja intensidad.

Las características geomorfológicas y geohidrológicas son las más relevantes para el SA, área del proyecto y su área de influencia, debido al amplio desarrollo del sistema kárstico que se tiene en la Península de Yucatán. Por un lado, el aspecto geológico en el SA, área del proyecto y su área de influencia se compone de un paquete de rocas carbonatadas ubicadas en una planicie casi horizontal de 10 a 20 msnm. Dada la composición geológica, es que se presenta una alta permeabilidad de la roca, esta se encuentra dada por un conjunto de fallas y fracturas, mismas que a gran escala se encuentran únicamente en la porción norte-este del SA, y a menor escala ubicándose algunas pequeñas fracturas a nivel del área del proyecto y su área de influencia.

Los procesos edafológicos se encuentran ampliamente relacionados con las características geomorfológicas. En el SA, área del proyecto y su área de influencia el suelo es de tipo rendzina, representada por calizas blancas, duras y masivas en su capa superficial, mientras que la capa intermedia se compone por calizas arcillosas, duras de color amarillento a rojizo y las capas inferiores se componen por materiales fosilíferos blandos y de color blanco. En este sentido, la conformación calcárea le aporta solubilidad que en conjunto con la erosión química y física que presentan los suelos, favorece la formación de cavidades subterráneas que propician hundimientos del terreno y la conformación de una planicie ondulada con premonitorios y hondonadas y hasta la formación de cenotes.

La hidrología superficial al interior de la península de Yucatán es pobre, y esto se refleja en el SA, área del proyecto y su área de influencia, de manera que se tiene la ausencia total de cuerpos de agua superficiales como resultado de la alta capacidad de infiltración que tienen los suelos y por la falta de desniveles orográficos que no propician la formación de una red hidrográfica; sin embargo, esta ausencia de escurrimientos superficiales se compensa con abundantes depósitos de agua subterránea.

El acuífero donde se ubica el SA, área de influencia y área del proyecto se compone principalmente por intrusiones de agua salina con un delgado lente de agua dulce que

flota en su superficie y que se dirige a la costa, el cual aumenta en época de lluvias (durante los meses de agosto y septiembre) disminuyendo así la cuña salina.

El proceso de recarga hacia el acuífero ocurre con la infiltración del agua a través de las fracturas de la roca o la disolución de la misma, la cual se ubica hacia la porción noreste del SA, promovida por la precipitación, lo que a su vez ha dado origen a un sistema de formas cársticas entre las que se encuentran los cenotes, y derivando en un rápido flujo de agua subterránea que corre de la parte central de la península hacia las lagunas y costa por la red de cavidades cársticas interconectadas.

Sin embargo, a nivel del área de influencia y área del proyecto, el flujo de agua subterráneo se dirige hacia el centro de la misma, presentando un comportamiento confinado dada la heterogeneidad del medio. Por lo anterior, los cenotes en el área de influencia llegan a ser desde muy profundos (99 m) hasta muy somero, como es el caso del cenote Pastizales en el que se ha dado el desarrollo de vegetación en su interior. Específicamente, los cenotes que involucra el proyecto se encuentran entre los 9 m y mayores a 50 m, y del total de cenotes solo uno es de tipo léntico, mientras que los demás son lóticos y observan fondos mayormente arenosos, y en el caso del cenote Zopilotes es lodoso y el Pilon es limoso.

Acorde a todas las características presentadas, el paisaje natural es de suma importancia en el SA por las áreas de cenotes y áreas conservadas que todavía cuentan con vegetación de selva mediana subcaducifolia, paisaje que se encuentra alternando con paisajes urbanos y turísticos que son los que imperan. Específicamente en el área del proyecto, lo que sobresale es un paisaje natural de cenotes compuesto por cuerpos de agua naturales y artificiales, rodeado por vegetación natural relativamente bien conservada.

Finalmente, en cuanto a la población que se presenta en el SA, acorde a datos oficiales, el municipio de Valladolid, es el más poblado del estado de Yucatán, ya que cuenta con una densidad de población de 79.3 habitantes por kilómetro cuadrado y se mantienen en constante crecimiento poblacional. Este crecimiento poblacional está relacionado a las principales actividades económicas que se encuentran representadas por el sector

comercial y turístico conferido por la presencia de los cenotes y las zonas arqueológicas con las que cuenta el municipio y los municipios contiguos.

Los habitantes del municipio de Valladolid cuentan en sus viviendas con disponibilidad de servicios y equipamientos, lo que denota que el municipio se encuentra en desarrollo con pocas áreas rurales, aun cuando la población étnica sigue teniendo una representación de más del 50% y un alto porcentaje de alfabetización en el total de sus habitantes.

El mismo crecimiento poblacional se ve reflejado en el incremento de las zonas urbanas y agrícolas (ver siguiente figura) en el SA, que aun cuando no es una de las principales actividades económicas que se realizan en el municipio de Valladolid, tiene un importante impacto sobre la vegetación natural.

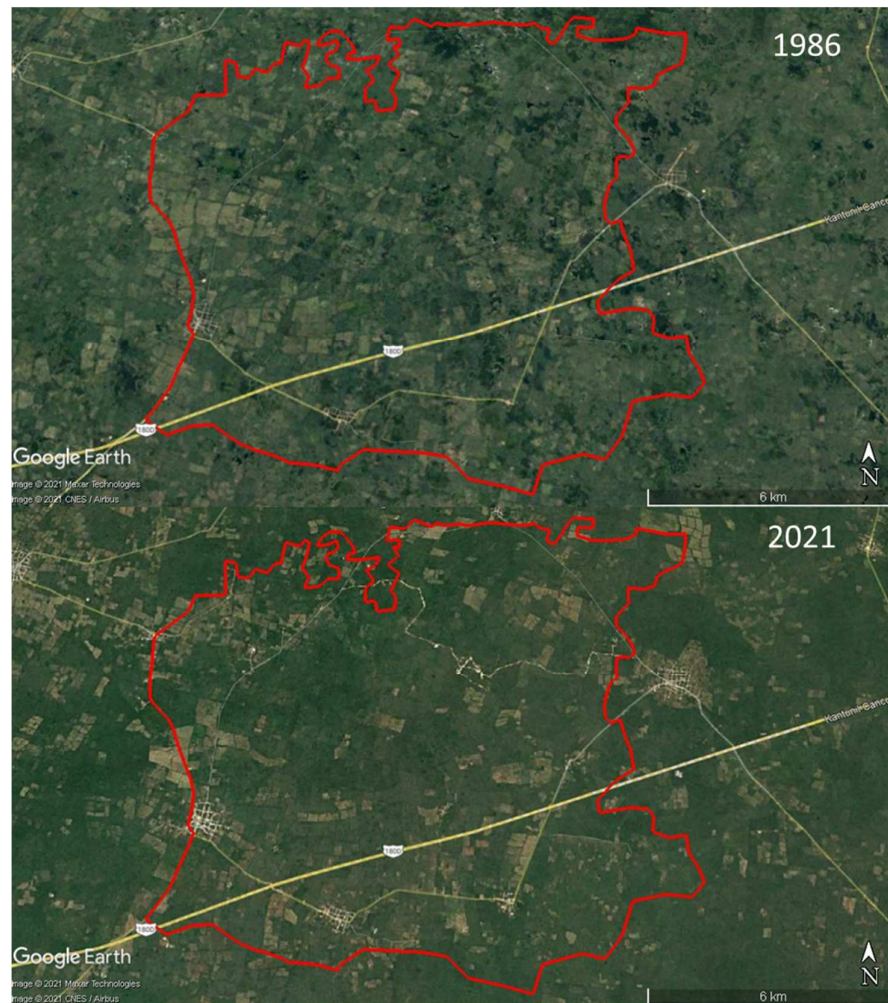


Figura IV. 31 Vista satelital del crecimiento poblacional y zonas agrícolas en el SA.

Particularmente, el turismo que se practica en el municipio de Valladolid considera la valoración de los recursos culturales y los recursos naturales característicos de la región, siendo importante la apreciación y conservación del medio físico y del medio cultural como elementos centrales que generan el atractivo turístico.

Capítulo IV

MIA-P

“DESARROLLO ECOTURISTICO XIBALBÁ, OBRAS ADICIONALES”

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

Apartado Biótico.



Contenido

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.	9
IV.1 Apartado biótico	9
IV.2 Áreas de importancia ecológica	9
IV.2.1. Regiones Terrestres Prioritarias (RTP).....	9
IV.2.2. Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP).....	10
IV.2.3. Regiones Marinas Prioritarias (RMP)	11
IV.2.4. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS)	12
IV.3 Vegetación	13
IV.3.1. Usos de Suelo y tipos de Vegetación en el SA.....	14
IV.3.2. Usos de Suelo y tipos de Vegetación en el área de influencia y área del proyecto conforme a INEGI	16
IV.3.3. Revisión bibliográfica y bases de datos de flora en el SA	18
IV.3.4. Especies reportadas en la bibliografía en el SA en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.....	21
IV.4 Fauna	23
IV.4.1. Revisión bibliográfica y bases de datos de la fauna presente en el SA..	23
IV.5 Estudios de Flora y Fauna	30
IV.6 Componente flora en el SA	36
IV.1 Componente de fauna en el SA	41
IV.2 Componente de Flora dentro del área del proyecto	43
IV.2.1. Análisis de diversidad	44
IV.2.2. Composición estructural	45
IV.3 Componente de Fauna terrestre dentro del área del proyecto.....	46

IV.3.1.	Herpetofauna.....	47
IV.3.2.	Avifauna.....	49
IV.3.3.	Mastofauna.....	50
IV.4	Caracterización de estigofauna dentro del área del proyecto	50
IV.4.1.	Metodología de trabajo de campo	52
IV.4.2.	Resultados.....	58
IV.4.3.	Componentes del proyecto referidos en la resolución de PROFEPA.....	80
IV.4.4.	Componentes del proyecto por construir.....	91
IV.5	Diagnostico ambiental.....	95

Tablas y figuras

Figura IV.1	Ubicación del SA y proyecto respecto a la RTP.....	10
Figura IV.2	Ubicación del SA y proyecto respecto a la RHP.	11
Figura IV.3	Ubicación del SA y proyecto respecto a la RMP.....	12
Figura IV.4	Ubicación del SA y proyecto respecto a las AICAS.	13
Figura IV.5	Distribución de USV del SA conforme a INEGI Serie VI.	15
Figura IV.6	Tipos de vegetación del área del proyecto de acuerdo con la serie VI del INEGI.....	16
Figura IV.7	Condiciones actuales del área del proyecto (polígono amarillo).	18
Figura IV.8	Abundancia relativa de las clases de flora en el SA de acuerdo a los registros bibliográficos.....	19
Figura IV.9	Registro bibliográfico por orden para la Clase Magnoliopsida en el SA.....	20
Figura IV.10	Registro bibliográfico por orden para la Clase Liliopsida en el SA.	21
Figura IV.11	Distribución de la especie Cedrela odorata.....	22

Figura IV.12 Distribución de la especie <i>Hamelia rovirosae</i>	23
Figura IV.13 Registros bibliograficos por clase para fauna.	23
Figura IV.14 Distribución de la especie <i>Rhamdia guatemalensis</i>	24
Figura IV.15 Registros bibliograficos por clase para aves.	25
Figura IV.16 Distribución de la especie <i>Amazona albifrons</i>	26
Figura IV.17 Distribución de la especie <i>Aratinga nana</i>	27
Figura IV.18 Distribución de la especie <i>Buteo albonotatus</i>	27
Figura IV.19 Distribución de la especie <i>Mycteria americana</i>	27
Figura IV.20 Distribución de la especie <i>Vireo pallens</i>	28
Figura IV.21 Registros bibliográficos por clase para mammalia.	28
Figura IV.22 Distribución de <i>Ctenosaura similis</i>	29
Figura IV.23 Condiciones modificadas en el área del proyecto.	31
Figura IV.24 Condiciones modificadas en el área del proyecto.	31
Figura IV.25 Condiciones modificadas en el área del proyecto.	32
Figura IV.26 Condiciones modificadas en el área del proyecto.	32
Figura IV.27 Condiciones modificadas en el área del proyecto.	33
Figura IV.28 Condiciones modificadas en el área del proyecto.	33
Figura IV.29 Condiciones modificadas en el área del proyecto.	34
Figura IV.30 Condiciones modificadas en área del proyecto.	34
Figura IV.31 Condiciones modificadas en el área del proyecto.	35
Figura IV.32 Condiciones modificadas en el área del proyecto.	35
Figura IV.33 IVI por especies dentro del área del proyecto.	45
Figura IV.34 Distribución de especies por familia.	47
Figura IV.35 Abundancia por especie.	48
Figura IV.36 Distribución de especies por familia.	49

Figura IV.37 Ubicación de los cenotes muestreados.....	51
Figura IV.38 Imágenes que evidencian el trabajo dentro de los cenotes.	52
Figura IV.39 Se muestra la instalación temporal de un transecto de 25 m tridimensional para observar ictiofauna, con un radio de 2.5 m. Únicamente se contabilizaron los peces encontrados dentro de una distancia de 5 m por delante, moviéndose lentamente hasta el final del transecto. En este caso, el buzo registra tres peces, ubicados dentro del volumen marcado en naranja, pero no los peces en la lejanía y podrá hacerlo únicamente si se encuentran dentro del volumen del transecto durante el muestreo.....	54
Figura IV.40 Tablilla de escritura de trovicel (izquierda) y lápices de grafito (derecha) utilizados durante el llenado de fichas de biodiversidad durante cada muestreo.	55
Figura IV.41 Herramientas de grabación utilizadas para la toma de videos a lo largo de cada transecto muestreado. De izquierda a derecha: cámara SeaLife Micro 2.0; GoPro Hero 5; soporte de cámara con estrobos.	55
Figura IV.42 Variaciones y medias (en rojo) de la duración los conteos realizados por: A) cenote, B) horario, C) Zona y D) transecto en ocho de los cenotes muestreados dentro del desarrollo ecoturístico Xibalbá de Grupo Xcaret del 26 de nov al 15 de dic de 2021.	61
Figura IV.43 Variaciones y medias (en rojo) de la duración para los conteos realizados por: A) cenote, B) horario, C) Zona y D) transecto en ocho de los cenotes muestreados del 26 de nov al 15 de dic de 2021.....	62
Figura IV.44 Proporciones de individuos de <i>Rhamdia guatemalensis</i> contabilizados del 26 de noviembre al 15 de diciembre del 2021 en 117 transectos procedentes de ocho cenotes. Se muestra: a) la distribución de los conteos con la media; b) los conteos realizados por zona, c) por horario y d) por horario en cada zona.	64
Figura IV.45 Proporciones de individuos de <i>Rhamdia guatemalensis</i> contabilizados del 26 de noviembre al 15 de diciembre del 2021 en 72 transectos procedentes de cuatro cenotes encontrados en el Desarrollo Ecoturístico Xibalbá de Grupo Xcaret. Se muestra: a) la distribución de los conteos con la media; b) los conteos realizados por zona, c) por horario y d) por horario en cada zona.....	66

Figura IV.46 Coeficientes del modelo Binomial negativo I con las tasas de incidencia de los individuos de *R. guatemalensis* contabilizados en ocho cenotes. Únicamente los coeficientes marcados en rojo son estadísticamente significativos.70

Figura IV.47 Valores predichos para las frecuencias de individuos por transecto (eje X) en la región del cenote, la caverna y la cueva (eje Y) para cada uno de los cenotes, de acuerdo con un modelo lineal generalizado con una distribución Binomial negativa I. .71

Figura IV.48 Coeficientes del modelo Binomial negativo I con las tasas de incidencia de los individuos de *R. guatemalensis* contabilizados en cuatro cenotes durante el día y la noche. Únicamente los coeficientes marcados en rojo son estadísticamente significativos.73

Figura IV.49. Valores predichos para las frecuencias de individuos por transecto (eje X) en la región del cenote, la caverna y la cueva (eje Y) por horario (columnas) para cada cenote (hileras), de acuerdo con un modelo lineal generalizado con una distribución Binomial negativa I.74

Figura IV.50. Gráficos para el modelo lineal generalizado: a) Se muestra una gráfica de la raíz cuadrada de los valores esperados (eje Y) y las frecuencias (eje X) de los valores ajustados para el modelo BNI, con una subestimación no significativa ($\chi^2 = 1,257$, $p = >0.05$, $gl = 1232$) de cuentas en las frecuencias con 1, 4, 8 y 10 cuentas. También se muestran gráficos de los valores ajustados (a) y el índice de las frecuencias en función de los cuantiles residuales (b), los cuantiles residuales en función de la densidad (c) y la normalidad de residuales del modelo (d).....75

Figura IV.51 Gráficos para el modelo lineal generalizado: a) Se muestra una gráfica de la raíz cuadrada de los valores esperados (eje Y) y las frecuencias (eje X) de los valores ajustados para el modelo BNI, con una subestimación no significativa ($\chi^2 = 644.72$, $p = >0.05$, $gl = 630$) de cuentas en las frecuencias con 6 y 8 cuentas. También se muestran gráficos de los valores ajustados (a) y el índice de las frecuencias en función de los cuantiles residuales (b), los cuantiles residuales en función de la densidad (c) y la normalidad de residuales del modelo (d).....76

Figura IV.52 Dendrograma obtenido a partir de un análisis de agrupación no jerárquica utilizando el índice de Jaccard como medida de asociación.77

Figura IV.53 En la parte superior se muestra un diagrama de dos primeras coordenadas de un análisis de coordenadas principales (PCO). En la parte inferior, se muestra un mapa con las especies observadas en ocho cenotes del desarrollo ecoturístico Xibalbá durante la temporada de nortes del 26 de noviembre al 15 de diciembre de 2021.	78
Figura IV.54 Fotografías de <i>Typhlias pearsei</i> durante el nado. Fotografías tomadas por Bejamín Magaña	79
Figura IV.55 Cenote Tres Bocas.	81
Figura IV.56 Tunel Tres Bocas	81
Figura IV.57 Area de kayaks.	82
Figura IV.58 Cenote Zopilotes. Lado derecho se observan unos individuos de <i>R. guatemalensis</i>	82
Figura IV.59 Izq. Andador Zopilotes/ Der. Tienda Zopilotes.	83
Figura IV.60 Area de agua tienda Zopilotes.	83
Figura IV.61 Area de tirolesa.	84
Figura IV.62 Pasillo palmas (individuos de <i>Roystonea regia</i>).....	85
Figura IV.63 De Izq. a Dere.:Cenote Pueblo de Estalagmitas/escaleras de descenso/tunel respiradero.	86
Figura IV.64 De Izq. a Der.:Cenote Tres Labios/escaleras de descenso/tunel andador	87
Figura IV.65 Rehollada /pasillo rehollada.	88
Figura IV.66 De Izq. a Der.: Cenote Guayas/ escaleras de descenso/tunel.....	89
Figura IV.67 Cenote Vaquerias/tunel acceso.	89
Figura IV.68 Camino a cenote Pastizales / Cenote Pastizales.	90
Figura IV.69 Aviario/ tunel pasillo	90
Figura IV.70 Cenote Pilón.....	91
Figura IV.71 Condiciones de área en donde se pretende la antena de comunicación. .	92
Figura IV.72 Ubicación de camino.....	93

Figura IV.73 Condiciones del área propuesta para la construcción del módulo de baños.
.....95

Figura IV.74 Polígono del proyecto (polígono azul), Obras sancionadas y obras nuevas
(polígono rojo).....97

Figura IV.75 Áreas con autorización de CUSTF.....98

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

IV.1 Apartado biótico

Mediante el presente apartado se pretende establecer, caracterizar y definir la estructura, funcionamiento y grado de conservación de los componentes ambientales bióticos (flora y fauna), tanto en el SA, como en el área del proyecto.

Considerando lo anterior, de inicio se revisaron diversas fuentes bibliográficas, así como bases de datos especializadas en biodiversidad, tales como: Unidad de Informática para la Biodiversidad (UNIBIO), Naturalista y Global Biodiversity Information Facility (GBIF), mismas que permiten contar con información veraz y objetiva que sirva como base y marco de referencia.

Por otro lado, y previo al análisis de los componentes bióticos, es importante identificar las áreas de interés ecológico. Lo anterior, con el fin de conocer un primer panorama general de la posible incidencia que el proyecto pudiese tener.

IV.2 Áreas de importancia ecológica

Como se refirió en el párrafo anterior, se revisaron las áreas de importancia ecológica establecidas por la Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO), mismas que por sus características físicas y biológicas representan ecosistemas prioritarios para la conservación y la diversidad que en estas habita. Por otro lado, dicha revisión permite contar con elementos para identificar la incidencia del proyecto sobre el ambiente, específicamente sobre algún área de importancia ecológica. En este sentido, a continuación, se analiza cada una de las áreas de importancia ecológica en las que pudiese incidir el área del proyecto y SA.

IV.2.1.Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)

Con respecto a las Regiones Terrestres Prioritarias, se tiene que estas corresponden a partes del territorio que destacan por su importancia en materia de biodiversidad. En lo que respecta al SA del proyecto, se tiene que la RTP más cercana es Dzilam- Ría

Lagartos – Yum Balam, y se ubica a más de 72 km, tal y como se evidencia en la siguiente figura, misma que se incluye de manera anexa para mayor apreciación. En este sentido, tanto el SA como el área del proyecto **no incidirán** sobre la misma, por lo que de ninguna manera afectarían sus condiciones, procesos o funcionalidad.

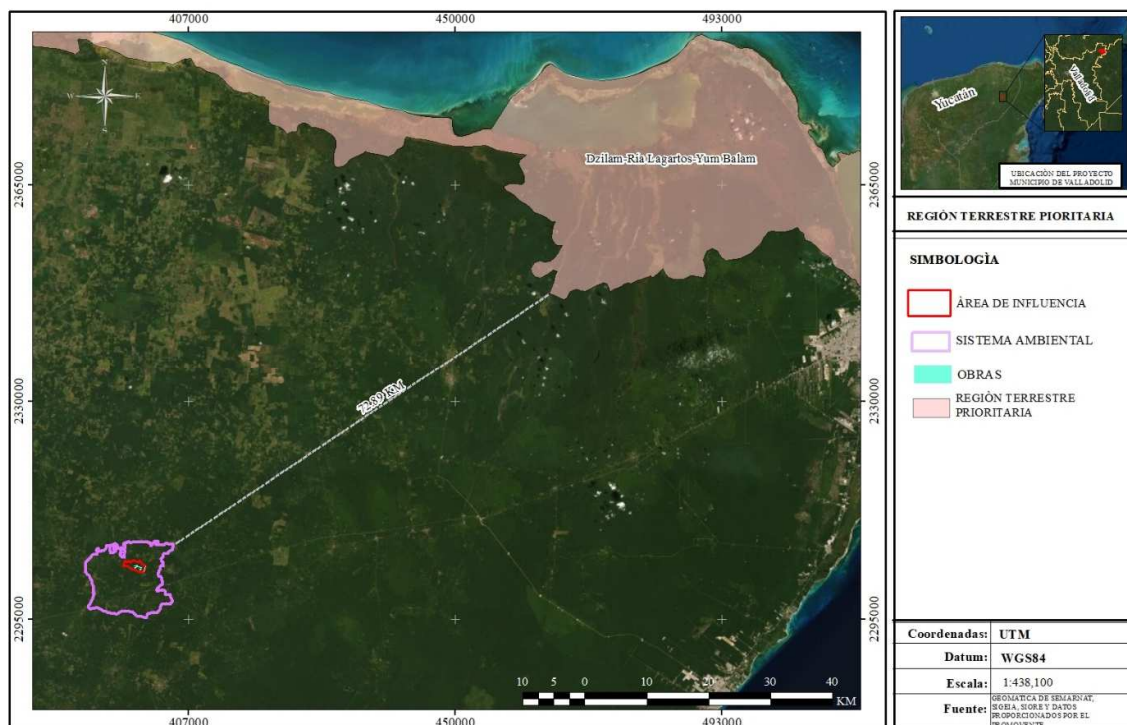


Figura IV.1 Ubicación del SA y proyecto respecto a la RTP.

IV.2.2.Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)

Las Regiones Hidrológicas Prioritarias, permiten caracterizar algunas partes del territorio que destacan por su importancia en materia de biodiversidad, uso y aprovechamiento. En lo que respecta al SA del proyecto, se tiene que la RHP más cercana es la denominada Anillo de Cenotes, encontrándose está a 34 km del SA, tal y como se evidencia en la siguiente imagen, misma que se incluye de manera anexa para mayor apreciación. Considerando lo anterior, se tiene que ni el SA, ni el proyecto **incidirán** sobre la misma, por lo que de ninguna manera afectará sus condiciones, procesos o funcionalidad.

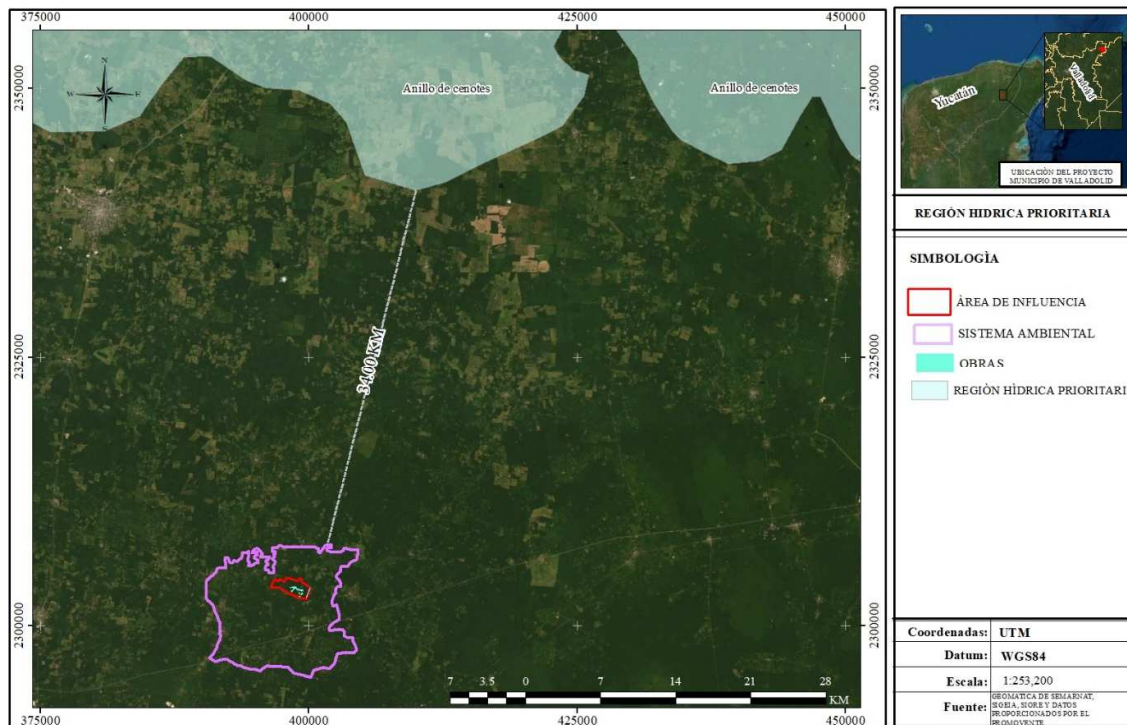


Figura IV.2 Ubicación del SA y proyecto respecto a la RHP.

IV.2.3.Regiones Marinas Prioritarias (RMP)

Como se muestra en la siguiente figura, misma que se incluye de manera anexa para mayor apreciación, el SA y el área del proyecto no inciden dentro de ninguna RMP, siendo la más cercana la denominada “Dzilam-Contoy” y misma que se ubica a más de 32 km. En este sentido, el desarrollo del proyecto no incide, afecta o compromete los procesos y funcionalidad de dicha región prioritaria.

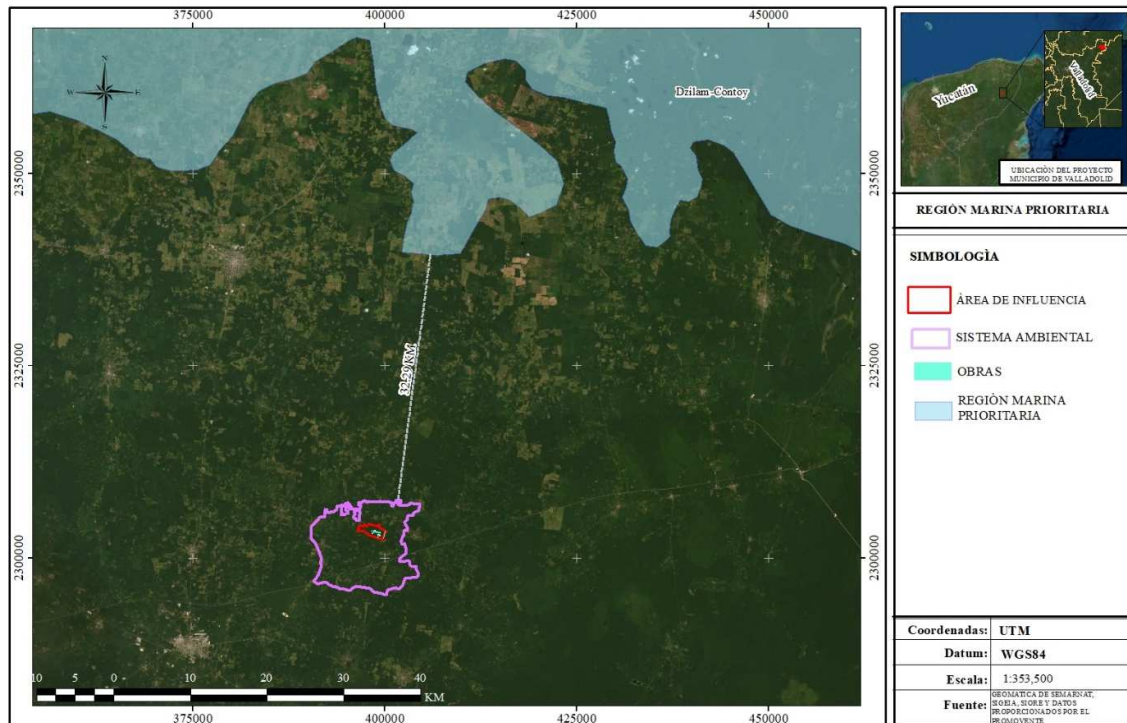


Figura IV.3 Ubicación del SA y proyecto respecto a la RMP.

IV.2.4. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS)

Las AICA's son áreas establecidas mediante criterios de distribución, abundancia y amenaza de las especies de aves (CONABIO, 2017). En lo que corresponde al SA del proyecto, el AICA más cercana es Corredor Central Vallarta Punta Laguna encontrándose a más de 23 km, por lo que **no se incidirá** de ninguna forma sobre las condiciones, procesos o funcionalidad del AICA ya referida, tal y como se evidencia en la siguiente figura y misma que se incluye de manera anexa para mayor apreciación.

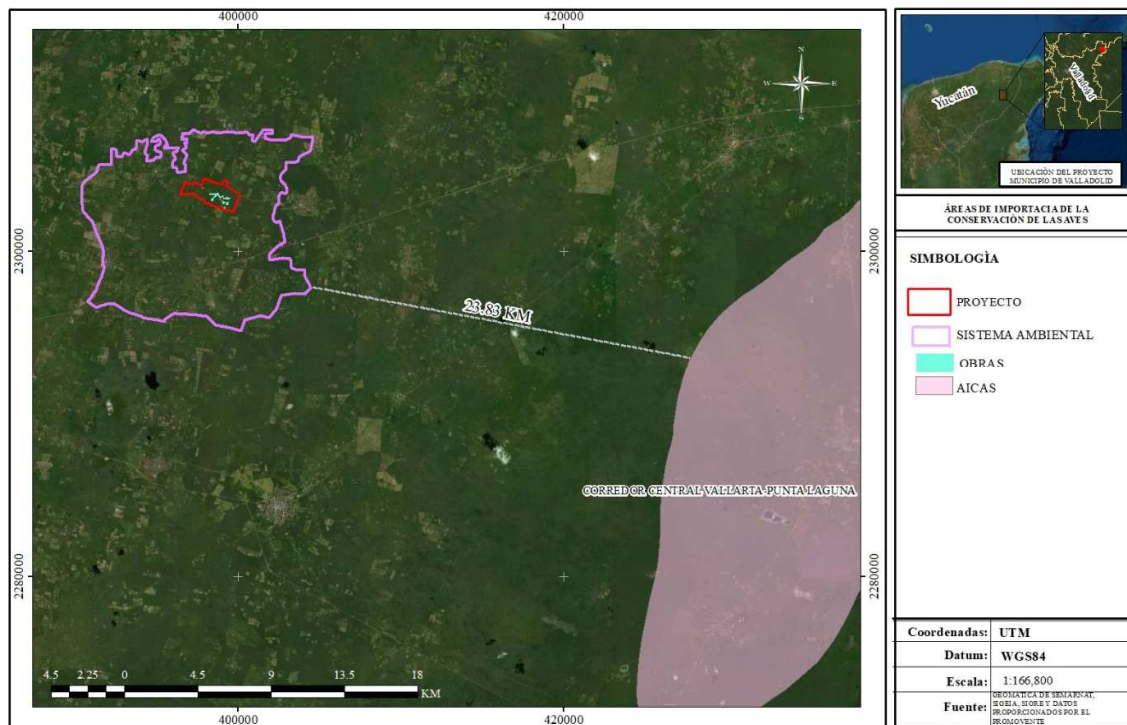


Figura IV.4 Ubicación del SA y proyecto respecto a las AICAS.

Una vez identificada la distribución espacial de las áreas de interés ecológico respecto a la pretendida ubicación del proyecto, mediante los siguientes apartados se describen los componentes ambientales de flora y fauna.

IV.3 Vegetación

Los tipos de vegetación presentes en el SA y en el área del proyecto, se identificaron con base en los archivos vectoriales de los Usos de Suelo y los Tipos de Vegetación (USV) de INEGI, Serie VI (2016), mismos que se refieren en los siguientes apartados.

IV.3.1. Usos de Suelo y tipos de Vegetación en el SA

Los usos de suelo y tipos de vegetación¹ (USV) de acuerdo con INEGI Serie VI (2016), que se registran para el SA son un total de tres usos de suelo (urbano construido, pastizal cultivado y agricultura temporal anual) y un tipo de vegetación (vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia), tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla IV.1 USV del SA conforme a INEGI Serie VI

Usos de Suelo o Tipo de Vegetación	Superficie (ha)	Porcentaje
Urbano construido	108.86	0.86
Pastizal cultivado	6,459.11	51.26
Agricultura de temporal anual	431.9	3.43
Vegetación secundaria arbustiva de Selva Mediana Subcaducifolia	5,600.62	44.45
Total	12,600.49	100

Es importante mencionar, que el único tipo de vegetación forestal identificado dentro del SA cubre una superficie de 5,600 ha, es decir el 44% de la totalidad, mientras que los usos de suelo no forestales (constituidos por urbano construido, pastizal cultivado y agricultura de temporal) comprenden cerca de 7,000 ha, es decir más del 55%, sumando en total una superficie de 12,600 ha (100%).

¹ La cartografía de uso de suelo y vegetación de INEGI incluye información complementaria que no es parte de la cobertura vegetal ni de las áreas manejadas pero que incide sobre ellas (zonas urbanas, cuerpos de agua, áreas desprovistas de vegetación, asentamientos humanos).

Asimismo, mediante la siguiente figura se muestra la distribución espacial de los USV conforme a INEGI Serie VI, la imagen se incluye de manera anexa para mayor apreciación.

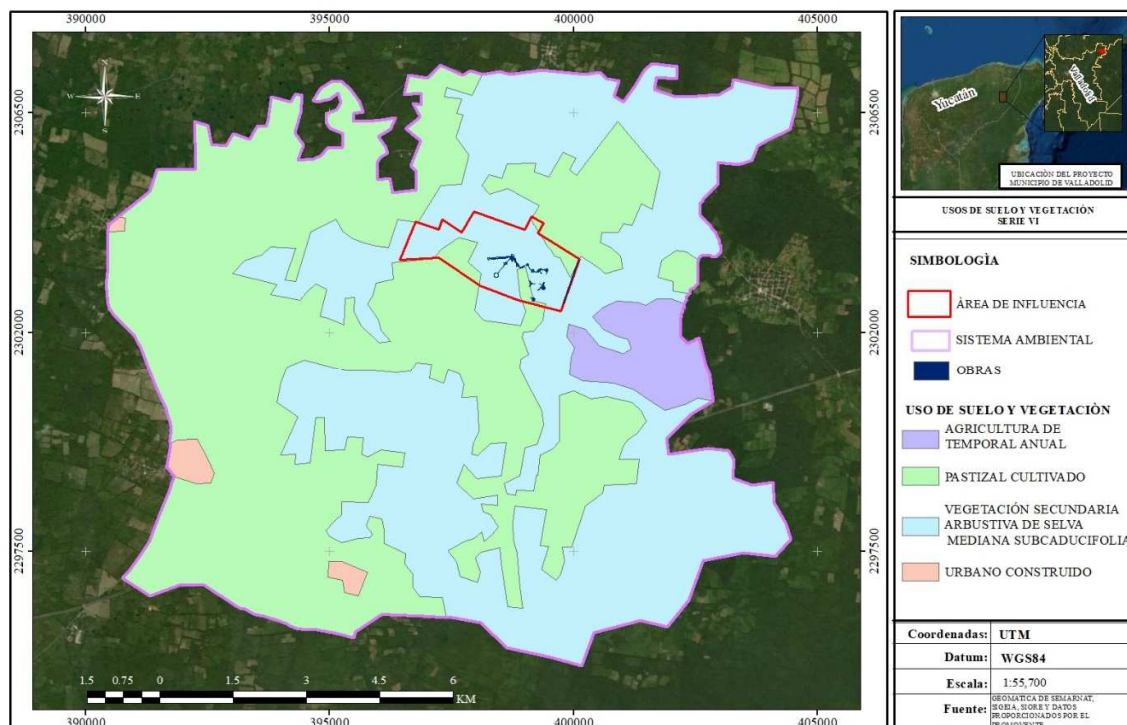


Figura IV.5 Distribución de USV del SA conforme a INEGI Serie VI.

Como se puede observar en la imagen anterior, los usos de suelo y la vegetación en el SA presentan una distribución relativamente heterogénea, en donde el uso de suelo de pastizal cultivado ejerce una evidente presión sobre la cobertura vegetal con una clara tendencia a la fragmentación de los continuos forestales. Cabe mencionar, que las actividades antrópicas, entre las que se encuentra las agrícolas y ganaderas, se han desarrollado de manera histórica y mayormente de forma desordenada, por lo que han incidido en la distribución y configuración de la vegetación dentro del SA.

Referente a la vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia, se tiene que este tipo de vegetación se encuentra bien representada no solo a nivel de SA, sino también, dentro de la provincia biótica de la Península de Yucatán².

IV.3.2. Usos de Suelo y tipos de Vegetación en el área de influencia y área del proyecto conforme a INEGI

Al igual que para el SA, en lo que refiere a los tipos de vegetación dentro del área de influencia y área del proyecto, se tomó como base de consulta la literatura del sistema de clasificación de tipos de uso de suelo del INEGI (Serie VI), considerando lo anterior se tiene que dentro de dichas áreas existen únicamente los siguientes USV: pastizal cultivado y vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia.

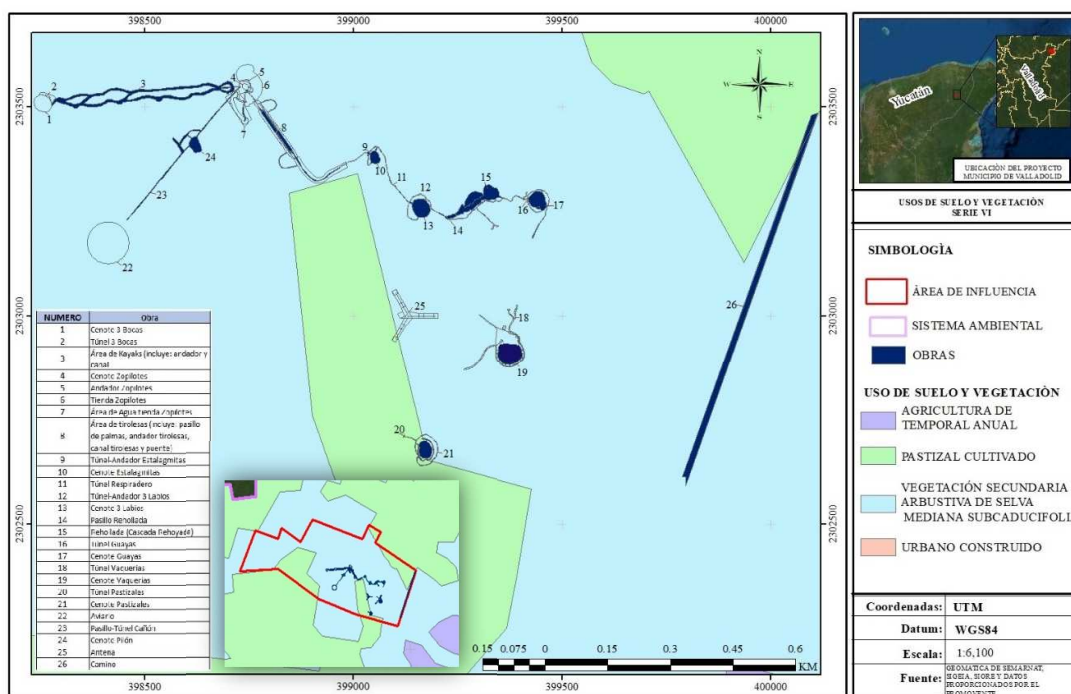


Figura IV.6 Tipos de vegetación del área del proyecto de acuerdo con la serie VI del INEGI.

² Durán R. y M. Méndez (Eds). 2010. Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. 496 pp.

Mediante la siguiente tabla se desglosan los usos de suelo y vegetación.

Tabla IV.2 USV del área de influencia del proyecto conforme a INEGI Serie VI

Usos de Suelo o Tipo de Vegetación	Superficie (ha)	Porcentaje
Pastizal cultivado	82.38	20.55
Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia	318.57	79.45
Total	400.94	100

Sin embargo, hay que destacar que las **obras sancionadas** son subterráneas, por lo que en dichas superficies no existe una cubierta vegetal, corresponde a cuerpos de agua (cenotes), o áreas desprovistas de vegetación.

Por otro lado, en lo que refiere a las **obras nuevas**, de las cuales su pretendida ubicación es de manera superficial, es importante mencionar que si bien las cartas de USV del INEGI corresponden a una fuente confiable de información, derivado de su escala no proporcionan a detalle las condiciones reales de la superficie de estudio (área del proyecto). En este sentido, la información fue corroborada mediante los recorridos de campo, identificando que dentro del área del proyecto se presenta un mosaico de estadios sucesionales correspondientes a Selva Mediana Subcaducifolia (SMSC), así como áreas sin vegetación. Lo anterior, se considera como resultado de las diversas obras y actividades que se han venido realizando, entre las que destacan la construcción del parque Xibalbá (obras autorizadas por el Estado) y las actividades agrícolas y pecuarias.

Mediante la siguiente imagen, misma que se incluye de manera anexa para mayor apreciación, se evidencia lo referido en el párrafo anterior, en la cual se observan áreas desprovistas de vegetación, así como una serie de caminos.

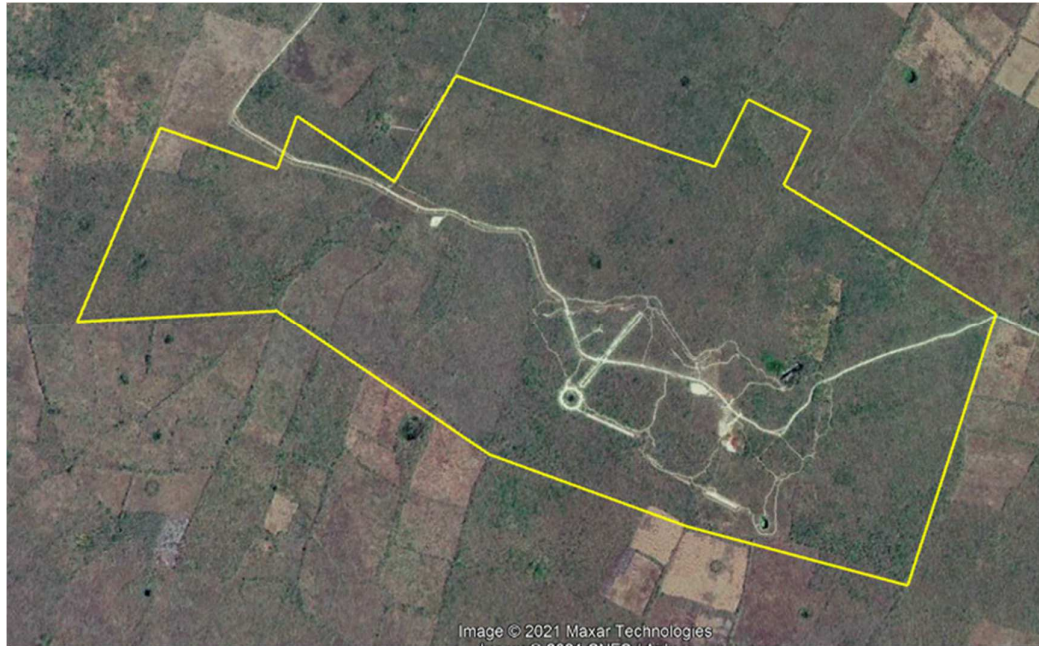


Figura IV.7 Condiciones actuales del área del proyecto (polígono amarillo).

IV.3.3.Revisión bibliográfica y bases de datos de flora en el SA

Se realizó una revisión de las bases de datos de flora con el fin de contar con elementos de referencia y antecedentes históricos de registros para flora dentro del SA. En este sentido, las bases cuentan con el registro de tres clases: Bryopsida, Liliopsida, y Magnoliopsida. De estas tres clases se tiene que la que presenta el mayor número de registros es Magnoliopsida, seguida de la clase Liliopsida y finalmente Bryopsida con un solo registro de la especie *Syrrhopodon incompletus* (ver siguiente figura, la cual se incluye de manera anexa para mayor apreciación).

La base de datos de los registros bibliográficos de flora en el SA puede ser consultada en el Capítulo VIII de la presente MIA-P.

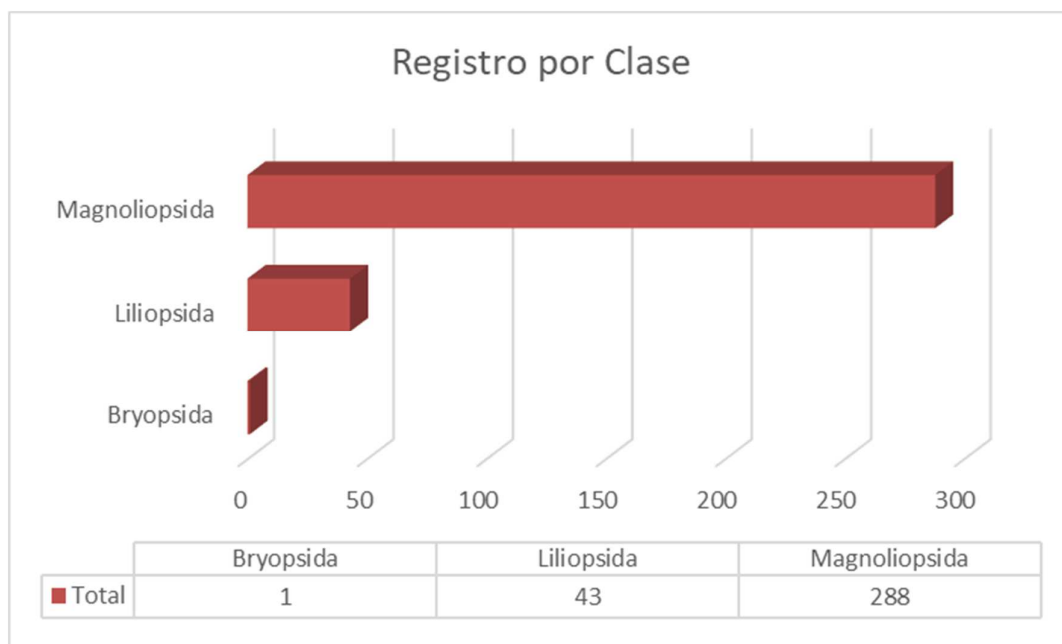


Figura IV.8 Abundancia relativa de las clases de flora en el SA de acuerdo a los registros bibliográficos.

A continuación, se presenta una descripción de las clases que registra la **bibliografía** en el SA.

IV.3.3.1 Clase Magnoliopsida

Para esta clase, dentro del SA la **bibliografía** reporta 19 órdenes (ver siguiente figura, misma que se incluye de manera anexa para mayor apreciación), 45 familias y 172 especies. El orden más abundante es el de Solanales, el cual muestra una distribución mundial, con su mayor diversidad en los trópicos, hallándose la mayoría de sus especies en América central y del sur. Comprende generalmente formas herbáceas o arbustivas, pero también posee árboles, lianas, parásitas y plantas suculentas.

El listado bibliográfico de las especies de flora registradas bibliográficamente en el SA se encuentra en el Capítulo VIII de esta MIA-P.



Figura IV.9 Registro bibliográfico por orden para la Clase Magnoliopsida en el SA.

IV.3.3.2 Clase Liliopsida

Esta es la otra clase que reporta la **bibliografía** para el SA, cuenta con una distribución mundial, se representa principalmente por herbáceas (raramente leñosas), sin crecimiento secundario. La bibliografía reporta seis órdenes (el de mayor número de registros es el de Poales), siete familias y 18 especies (ver siguiente figura, misma que se incluye de manera anexa para mayor apreciación). El listado bibliográfico de las especies reportadas en el SA se detalla en el capítulo VIII de esta MIA-P.



Figura IV.10 Registro bibliográfico por orden para la Clase Liliopsida en el SA.

IV.3.3.1 Clase Bryopsida

Como se refirió en párrafos anteriores, los registros bibliográficos para esta clase únicamente consideran la especie *Syrrhopodon incompletus*.

IV.3.4. Especies reportadas en la bibliografía en el SA en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Una vez revisado el listado de las especies de flora que cuentan con algún registro **bibliográfico** dentro del SA, se encontró que únicamente dos se encuentran bajo alguna categoría de riesgo conforme la NOM-059-SEMARNAT-2010, de la cual se consideró la modificación de su Anexo Normativo III.

En la siguiente tabla, se presenta el listado de las especies bajo alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 que se reportan en la **bibliografía**.

Tabla IV.3 Especies de flora registradas por la bibliografía bajo alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Nombre Científico	Nombre común	Endemismo	Estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010
<i>Cedrela odorata</i>	cedro	No	Sujeta a protección especial
<i>Hamelia rovirosae</i>	sanalotodo	No	Sujeta a protección especial

Es importante señalar que, de ambas especies tiene una distribución que va más allá del área del proyecto y los límites del SA. Por otro lado, se tiene que dentro del área del proyecto las superficies se encuentran previamente modificadas por obras y actividades asociadas al proyecto.

Referente a *Cedrela odorata*, cabe mencionar que actualmente esta especie se considera como clave en los programas de reforestación en selvas degradadas, zonas secas y áridas³, en donde se ha visto que tiene un éxito importante. Es decir, es una especie de fácil reproducción y propagación.

Mediante las siguientes figuras se muestra la distribución de las especies bajo alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

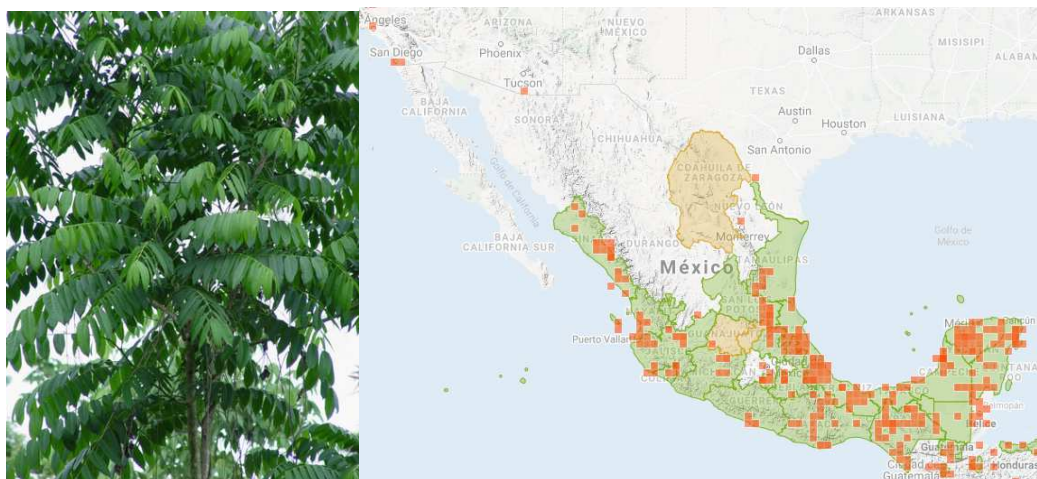


Figura IV.11 Distribución de la especie Cedrela odorata.

³ *Cedrela odorata* Systema Naturae, Editio 10: 940. 1759

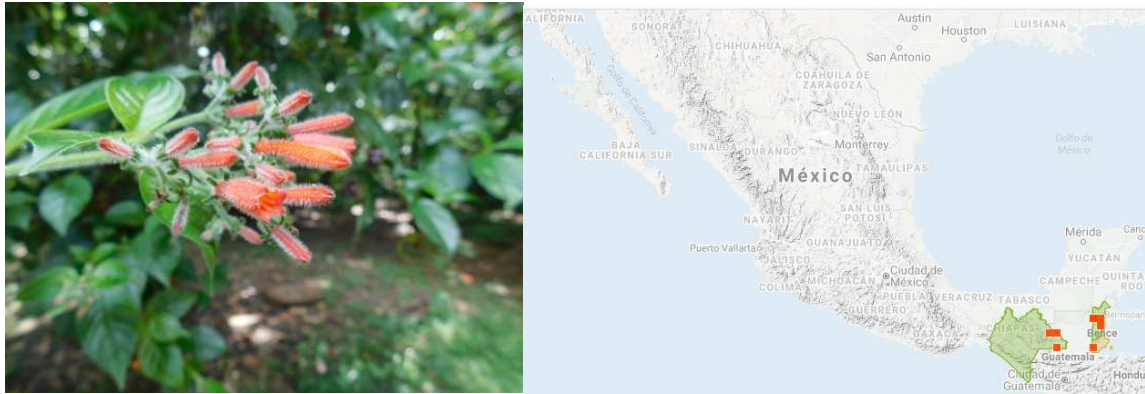


Figura IV.12 Distribución de la especie *Hamelia rovirosae*.

IV.4 Fauna

IV.4.1. Revisión bibliográfica y bases de datos de la fauna presente en el SA.

Se realizó una revisión de las bases de datos de fauna con el fin de contar con elementos de referencia y antecedentes históricos de registros dentro del SA. En este sentido, las bases cuentan con el registro de cinco clases: Actinopterygii, Aves, Mammalia, Amphibia y Reptilia. De las cinco clases fue la de Aves la que presentó el mayor número de registros **bibliográficos**, seguida de Reptilia, Mammalia, Amphibia y finalmente Actinopterygii (ver siguiente figura, la cual se incluye de manera anexa para mayor apreciación).

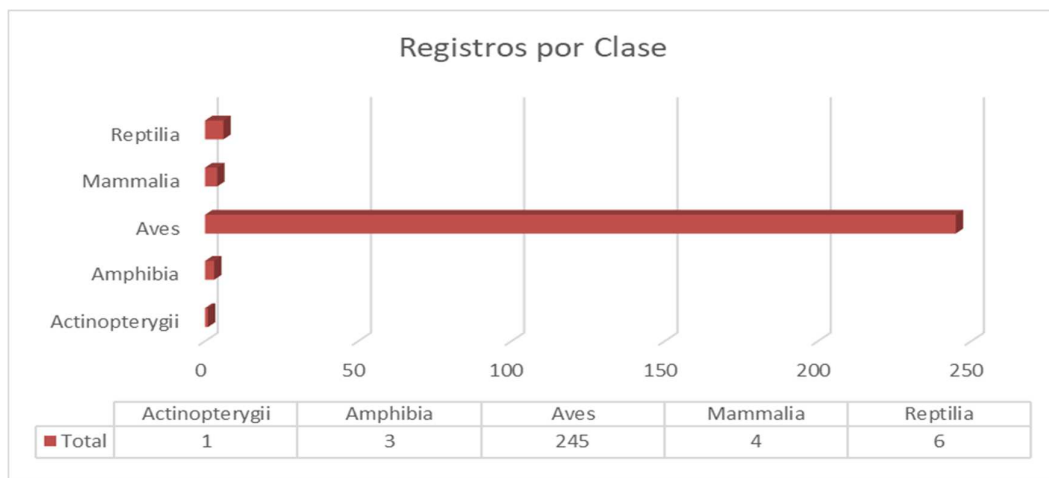


Figura IV.13 Registros bibliográficos por clase para fauna.

A continuación, se presenta una descripción de las clases que registra la **bibliografía** en el SA, misma que se encuentra sujeta a las condiciones y grado de conservación de los componentes ambientales (ecosistemas).

IV.4.1.1 Actinopterygii

Referente a esta clase, **bibliográficamente** únicamente se cuenta con el registro de una sola especie *Rhamdia guatemalensis* (juil descolorido). Esta especie es considerada bentopelágica y se encuentra en diferentes cuerpos de agua dulce, desde ambientes lóticos (ríos) hasta lénticos (lagos, lagunas, presas, charcas y cenotes). Es abundante desde aguas tranquilas hasta de moderada velocidad. También se han reportado en cuevas o grutas, sobre todo en la península de Yucatán. Cabe mencionar, que juil descolorido se encuentra listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, bajo la categoría de Sujeta a protección especial (Pr).

Mediante la siguiente imagen, misma que se incluye de manera anexa para mayor apreciación, se muestra que la distribución de la especie en comento no se limita al SA y mucho menos al área del proyecto.



Figura IV.14 Distribución de la especie *Rhamdia guatemalensis*.

IV.4.1.2 Amphibia

En la clase amphibia se tiene el registro de un solo orden y tres especies cada una son un solo registro. Mediante la siguiente tabla se listan las especies que registra la **bibliografía** dentro el SA, asimismo cabe mencionar que ninguna de las especies

registradas se encuentra bajo alguna categoría de riesgo conforme la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla IV.4 Especies de la clase amphibia con registro bibliográfico

Nombre científico	Nombre común
<i>Dendropsophus microcephalus</i>	Rana de árbol amarilla
<i>Incilius valliceps</i>	Sapo costero
<i>Tlalocohyla loquax</i>	Rana arbórea locuaz

IV.4.1.3 Aves

Dentro de los registros para esta clase se identificaron 17 órdenes, 35 familias y 83 especies. Mediante la siguiente grafica se muestra la distribución de los órdenes identificados.



Figura IV.15 Registros bibliograficos por clase para aves.

Por otro lado, se tiene que de las especies registradas bibliográficamente cinco se encuentran dentro de una categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. Mediante la siguiente tabla, se refieren las especies dentro de una categoría de riesgo.

Tabla IV.5 Especies de la clase aves con registro bibliográfico bajo alguna categoría de riesgo.

Nombre científico	Nombre común	Endemismo	Estatus en NOM-059-SEMARNAT-2010
<i>Amazona albifrons</i>	loro frente blanca	no	Sujeto a protección especial
<i>Aratinga nana</i>	perico pecho sucio	no	Sujeto a protección especial
<i>Buteo albonotatus</i>	aguililla aura	no	Sujeto a protección especial
<i>Mycteria americana</i>	cigüeña americana	no	Sujeto a protección especial
<i>Vireo pallens</i>	víreo manglero	no	Sujeto a protección especial

De las especies bajo alguna categoría de riesgo, se tiene que ninguna muestra una distribución restringida al SA y mucho menos al área del proyecto, lo anterior se sustenta mediante las siguientes imágenes, mismas que se incluyen de manera anexa para mayor apreciación.

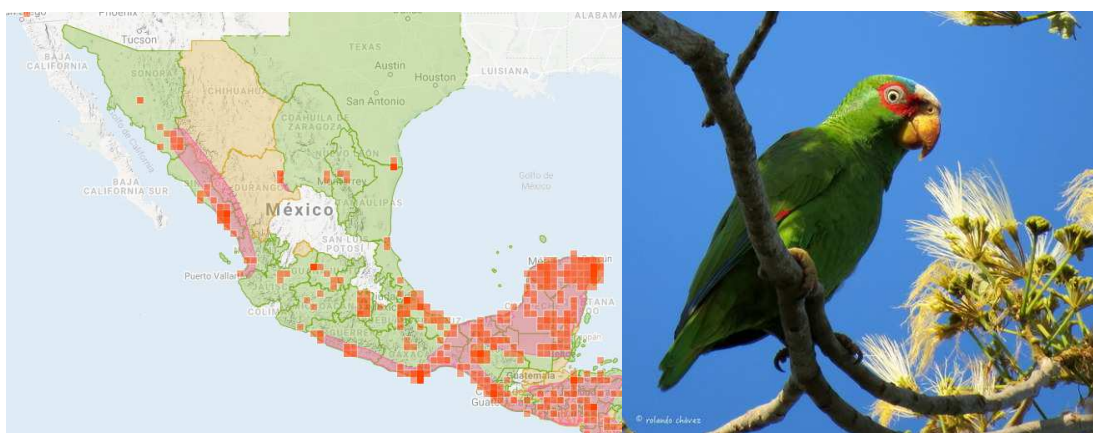


Figura IV.16 Distribución de la especie Amazona albifrons.



Figura IV.17 Distribución de la especie *Aratinga nana*.

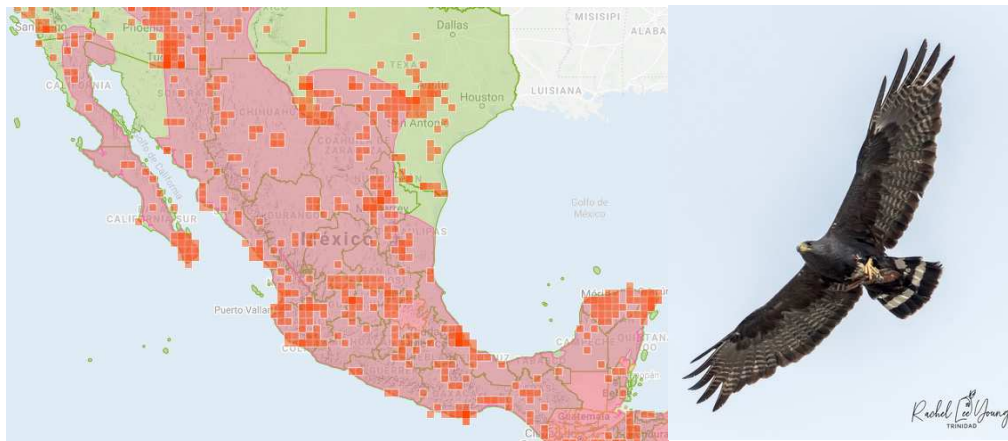


Figura IV.18 Distribución de la especie *Buteo albonotatus*.

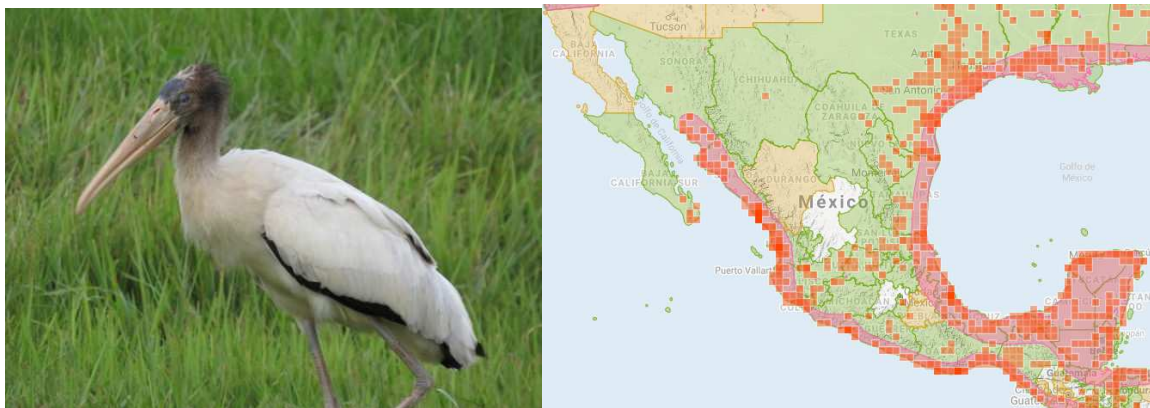


Figura IV.19 Distribución de la especie *Mycteria americana*.

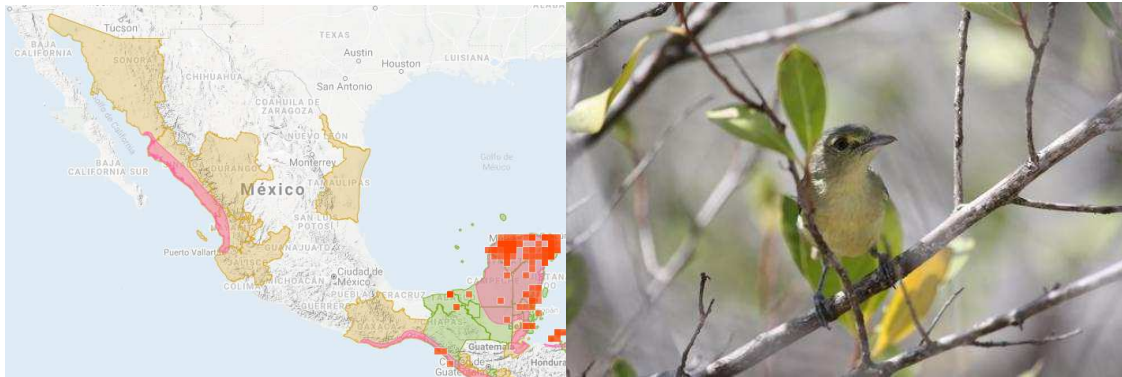


Figura IV.20 Distribución de la especie *Vireo pallens*.

Como se pudo evidenciar en las imágenes anteriores, la distribución de las especies registradas bajo alguna categoría de riesgo no se restringe al área del proyecto o SA, por el contrario, presentan un amplia distribución que en todos los casos va más allá de los propios límites nacionales.

IV.4.1.4 *Mammalia*

Dentro de los registros **bibliográficos** para esta clase se identificaron tres órdenes, cuatro familias y cuatro especies, de las cuales cada una tiene un solo registro. Mediante la siguiente grafica se muestra la distribución de los órdenes identificados.



Figura IV.21 Registros bibliográficos por clase para *mammalia*.

Es importante mencionar que ninguna de las especies registradas se encuentra bajo alguna categoría de riesgo conforme la NOM-059-SEMARNAT-2010.

IV.4.1.5 Reptilia

De las especies registradas bibliográficamente para esta clase, se incluyen en un solo orden, tres familias y cinco especies, de las cuales *Ctenosaura similis* fue la que obtuvo el mayor número de registros (2). Cabe mencionar que esta especie se encuentra listada en la categoría de riesgo de amenazada conforme la NOM-059-SEMARNAT-2010.

La iguana negra de cola espinosa (*Ctenosaura similis*) se distribuye en las áreas costeras del Istmo de Tehuantepec en la Costa del Pacífico y centro de Veracruz hasta Panamá, y en México se reporta para los estados de Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán, Quintana Roo, Oaxaca y Chiapas (ver siguiente figura). Según el National Research Council (1991), la especie tiene la ventaja de poder desarrollarse en hábitats deforestados y alterados. Puede sobrevivir cerca de establecimientos humanos a pesar de los ataques que pueden sufrir y logra una población densa en porciones suburbanas o espacios abiertos (Mora, 1989).

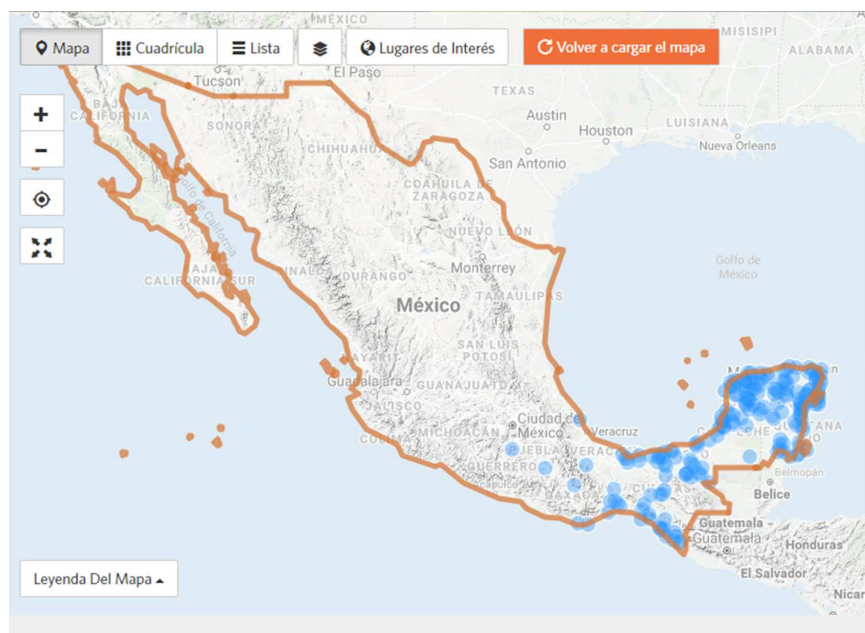


Figura IV.22 Distribución de *Ctenosaura similis*.

IV.5 Estudios de Flora y Fauna

Previo a la descripción de los componentes de flora y fauna, es importante reiterar que la presente MIA-P, se presenta en cumplimiento a la resolución administrativa de la PROFEPA (PFPA37.5/2C27.5/0074/21/0224); es decir, pretende por un lado obtener la autorización en materia de impacto ambiental para la operación de una serie de obras ya realizadas, sancionadas y asociadas al parque Xibalbá (dentro del Capítulo II se enuncian los oficios resolutivos correspondientes), y por otro lado, se pretende obtener la autorización en materia de impacto ambiental para la construcción y operación de un camino, una antena de comunicación y un módulo de baños, tal y como fue debidamente señalado dentro del Capítulo II de la presente MIA-P.

Considerando lo anterior, se tiene que la superficie del área del proyecto muestra que los componentes ambientales (flora y fauna), ya se encuentran modificados e incididos por las obras existentes y los procesos constructivos que actualmente se llevan a cabo, algunos sancionados por la PROFEPA y otros amparados bajo autorizaciones en materia de impacto ambiental y de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSFT), tal como se expuso en los Capítulos II y III.

Lo referido en el párrafo anterior se sustenta con las siguientes imágenes, mismas que fueron tomas mediante recorridos de campo dentro del polígono del proyecto, donde se observa infraestructura existente autorizada.



Figura IV.23 Condiciones modificadas en el área del proyecto.



Figura IV.24 Condiciones modificadas en el área del proyecto.



Figura IV.25 Condiciones modificadas en el área del proyecto.

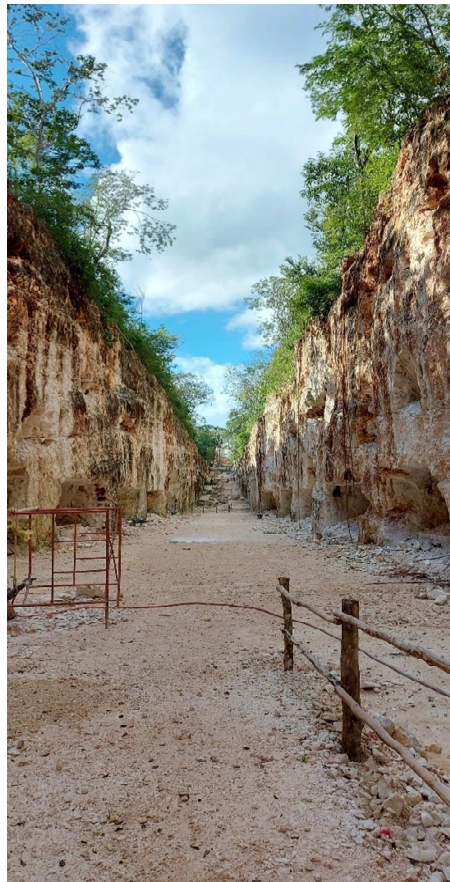


Figura IV.26 Condiciones modificadas en el área del proyecto.



Figura IV.27 Condiciones modificadas en el área del proyecto.



Figura IV.28 Condiciones modificadas en el área del proyecto.



Figura IV.29 Condiciones modificadas en el área del proyecto.

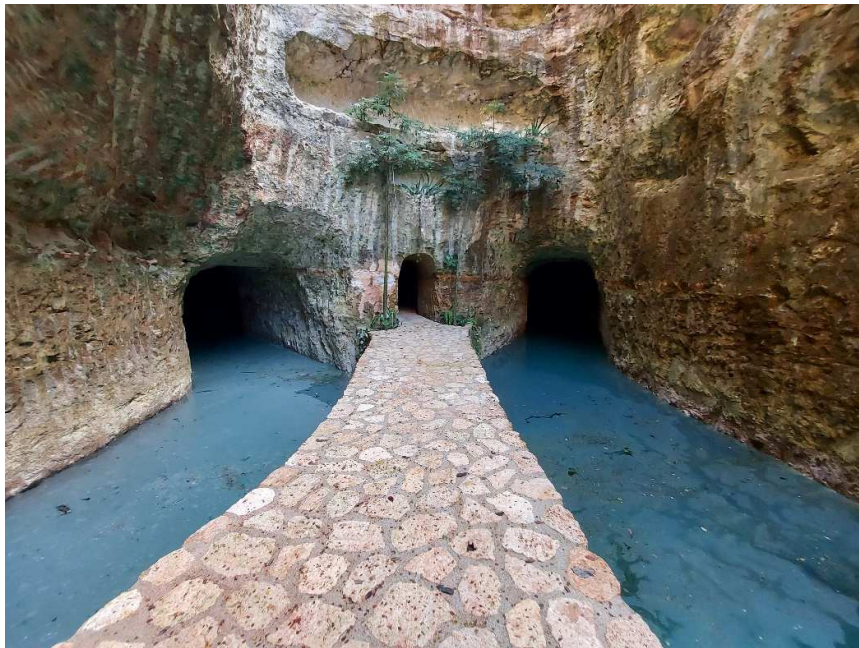


Figura IV.30 Condiciones modificadas en área del proyecto.



Figura IV.31 Condiciones modificadas en el área del proyecto.

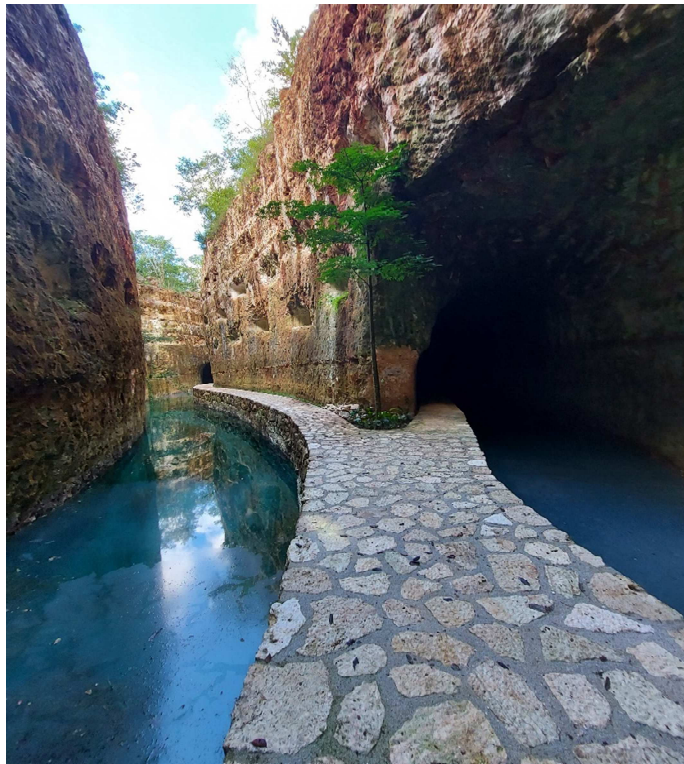


Figura IV.32 Condiciones modificadas en el área del proyecto.

Como se pudo evidenciar con las imágenes anteriores, el área de influencia y el área del proyecto ya se encuentran modificadas; no obstante, en los siguientes apartados se presenta una caracterización general tanto del SA, como del área de influencia y del área del proyecto, refiriéndose estos últimos como el polígono del proyecto, y no solo del área de desplante. Es decir, los resultados obtenidos no se limitan únicamente al área del proyecto, sino a una superficie mayor que incluye además áreas que corresponden a lo autorizado para el proyecto Desarrollo Ecoturístico Xibalbá, por lo que se deberá considerar únicamente como referencia y marco contextual que permite la caracterización integral de los componentes ambientales en su mayoría previos al desarrollo del proyecto Ecoturístico Xibalbá, del cual se desprende la presente MIA-P.

Cabe reiterar que la caracterización de dichos componentes ambientales, en su mayoría fue descrita y evaluada en los estudios previamente presentados, así como referida en las autorizaciones en materia ambiental y de CUSTF correspondientes (los oficios se citan dentro del Capítulo II de la presente MIA-P y se incluyen en anexo), por lo que ya es de previo conocimiento de la autoridad. No obstante, dentro de la presente MIA-P, se retoma de manera general y enunciativa para su pronta referencia, reiterando que dicha caracterización corresponde, a estudios previamente realizados.

IV.6 Componente flora en el SA

La vegetación de la Península de Yucatán en su mayor extensión corresponde a las selvas de tipo caducifolio y subcaducifolio, mientras que las selvas perennifolias ocupan un área reducida. Según la carta de la serie VI del INEGI, así como los estudios de campo previamente realizados y presentados a la autoridad, el tipo de vegetación presente en el SA es Selva Mediana Subcaducifolia en diferentes estados sucesionales.

Cabe mencionar que este tipo de vegetación se encuentra principalmente en Yucatán, como una franja ancha en la parte central del estado que se continúa hasta el norte de Campeche, volviéndose angosta hacia el sur y finalmente en Quintana Roo sólo ocupa una porción reducida en el límite norte con Yucatán.

Actualmente a lo largo de todo el SA se observa el desplazamiento y fragmentación de la vegetación original debido al cambio de uso de suelo por efecto de actividades como lo es la agricultura de temporal, y la ganadería, aunque quedan fragmentos con vegetación en buen estado de recuperación con vocación preferentemente forestal.

Referente a los estudios de campo previamente realizados para el SA, se obtuvo un total de 98 especies, de las cuales 16 especies son endémicas, el resto (82 especies) son nativas, pero se encuentran en otros estados de la República Mexicana e incluso en otros países de Centroamérica y Caribe.

Entre las especies endémicas más evidentes en cuanto a talla y abundancia se encuentran: kitanche (*C. gaumeri*), xuul (*L. xuul*), catzin (*Senegalia gaumeri*), boob chich (*Coccoloba cozumelensis*) y ta' sí (*Hybanthus yucatanensis*).

En lo que respecta a los índices de diversidad se tiene que para el SA se obtuvo un índice de Shannon de $H' = 0.6963452$, el cual es un valor que significa **baja diversidad** (el índice fluctúa normalmente entre 2 y 3, valores menores a 2 se consideran bajos) (Pla 2006).

Referente al índice que de Simpson se obtuvo, los valores fueron de $D = 0.078443402$ y $1-D = 0.921556598$. El primer valor señala una **baja diversidad** ya que está alejado de 1 que es el máximo valor. El segundo indicador (1-D) indica una **alta dominancia**, lo cual concuerda con lo reportado por el índice de Valor de importancia donde se observa que unas cuantas especies son las que aportan los mayores valores del citado índice.

Mediante la siguiente tabla se listan las especies identificadas en los estudios previos realizados en el SA, así como sus índices de diversidad y valor de importancia.

Tabla IV.6 especies registradas dentro del SA y su IVI.

ESPECIE	Nombre común	D	DR	f	fr	C	Cr	IVI
<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.	Jaabin	448	0.16798	15	0.04478	0.00002	0.04478	0.25753
<i>Caesalpinia gaumeri</i> Greenm.	Kitanche	395	0.14811	8	0.02388	0.00001	0.02388	0.19587
<i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe	Tsitsilche	265	0.09936	14	0.04179	0.00002	0.04179	0.18294

ESPECIE	Nombre común	D	DR	f	fr	C	Cr	IVI
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	BUSI	247	0.09261	15	0.04478	0.00002	0.04478	0.18217
<i>Cordia cylindrostachya</i>	Cokche	150	0.05624	14	0.04179	0.00002	0.04179	0.13983
<i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth.	Tzalam	86	0.03225	12	0.03582	0.00001	0.03582	0.10389
<i>Hampea trilobata</i> Standl.	Jol	75	0.02812	11	0.03284	0.00001	0.03284	0.09379
<i>Psidium sartorianum</i> (Berg.) Ndzu.	Pichiche	59	0.02212	11	0.03284	0.00001	0.03284	0.08779
<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pavón) Oken	Bojon	62	0.02325	10	0.02985	0.00001	0.02985	0.08295
<i>Cochlospermum vitifolium</i> Willd. ex. Spreng.	Cho'oy	59	0.02212	10	0.02985	0.00001	0.02985	0.08182
<i>Touhinia paucidentata</i> Radlk.	Canchunup	39	0.01462	11	0.03284	0.00001	0.03284	0.08029
<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urban	Chechen	48	0.01800	10	0.02985	0.00001	0.02985	0.07770
<i>Jatropha gaumeri</i> Greenm.	Pomoche	42	0.01575	10	0.02985	0.00001	0.02985	0.07545
<i>Malpighia glabra</i>	Guayate	45	0.01687	9	0.02687	0.00001	0.02687	0.07060
<i>Havardia albicans</i> (Kunth.) Britton & Rose	Chukum	59	0.02212	8	0.02388	0.00001	0.02388	0.06988
<i>Luehea speciosa</i> Willd.	Kaaskat	52	0.01950	8	0.02388	0.00001	0.02388	0.06726
<i>Vitex gaumeri</i> Greenm.	Yaaxnic	31	0.01162	9	0.02687	0.00001	0.02687	0.06535
<i>Mimosa bahamensis</i> Benth.	Sac catzim	44	0.01650	7	0.02090	0.00001	0.02090	0.05829
<i>Cordia spicata</i>	Bob	28	0.01050	8	0.02388	0.00001	0.02388	0.05826
<i>Lonchocarpus rugosus</i> Benth.	Kanasin	31	0.01162	7	0.02090	0.00001	0.02090	0.05341
<i>Randia aculeata</i>	Tinta	31	0.01162	7	0.02090	0.00001	0.02090	0.05341
<i>Eugenia</i> sp.	Chacni	16	0.00600	7	0.02090	0.00001	0.02090	0.04779
<i>Cordia gerascanthus</i> L.	Bacache	31	0.01162	6	0.01791	0.00001	0.01791	0.04744

ESPECIE	Nombre común	D	DR	f	fr	C	Cr	IVI
<i>Senna occidentalis</i> L.	Tujabin	20	0.00750	6	0.01791	0.00001	0.01791	0.04332
<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Steud.	Sacyabi	32	0.01200	5	0.01493	0.00001	0.01493	0.04185
<i>Platomiscium yucatanum</i>	Subinche	11	0.00412	6	0.01791	0.00001	0.01791	0.03995
<i>Neea psychotroides</i> Donn. Smith	Tatsi	25	0.00937	5	0.01493	0.00001	0.01493	0.03922
<i>Acacia pennatula</i> (Kunth) Benth	Chimay	7	0.00262	6	0.01791	0.00001	0.01791	0.03845
<i>Hippocratea celastroides</i> H.B.K.	Sac bob	20	0.00750	5	0.01493	0.00001	0.01493	0.03735
<i>Diphysa carthagenensis</i> Jacq.	Tsutsuk	20	0.00750	5	0.01493	0.00001	0.01493	0.03735
<i>Caesalpinia platyloba</i> Wats.	Chacte	16	0.00600	5	0.01493	0.00001	0.01493	0.03585
<i>Diospyros cuneata</i> Standley	Silil	15	0.00562	5	0.01493	0.00001	0.01493	0.03548
<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	Tamche	29	0.01087	3	0.00896	0.00000	0.00896	0.02878
<i>Kankabche</i>	Kankabche	10	0.00375	4	0.01194	0.00000	0.01194	0.02763
<i>Zuelania guidonia</i> (Sw) Britton & Millsp.	Taamay	5	0.00187	4	0.01194	0.00000	0.01194	0.02576
<i>Senna fruticosa</i>	Papul	5	0.00187	4	0.01194	0.00000	0.01194	0.02576
<i>Neomillpaughia emarginata</i> (Gross) Blake	Sacitza	5	0.00187	4	0.01194	0.00000	0.01194	0.02576
<i>Croton icche</i>	Ikiche	20	0.00750	3	0.00896	0.00000	0.00896	0.02541
<i>Byrsomina bucidaefolia</i>	Napche	17	0.00637	3	0.00896	0.00000	0.00896	0.02428
<i>Guetarda combsii</i> Urban	Tastab	9	0.00337	3	0.00896	0.00000	0.00896	0.02129
<i>Trichilia</i> sp.	Xiimche	6	0.00225	3	0.00896	0.00000	0.00896	0.02016
<i>Senna racemosa</i> (P.Miller) Irwin & Barneby.	Kanolol	4	0.00150	3	0.00896	0.00000	0.00896	0.01941
<i>Eugenia mayana</i> Standl.	Sacloopche	4	0.00150	3	0.00896	0.00000	0.00896	0.01941

ESPECIE	Nombre común	D	DR	f	fr	C	Cr	IVI
<i>Erythrina americana</i> Mill.	Chacmool che	3	0.00112	3	0.00896	0.00000	0.00896	0.01904
<i>Alvaradoa amorphoides</i> Liebm.	Belsinik	2	0.00075	2	0.00597	0.00000	0.00597	0.01269
<i>Casimiroa tetrameria</i>	Yuy	2	0.00075	2	0.00597	0.00000	0.00597	0.01269
<i>Kanchak che'</i>	Kanchak che'	6	0.00225	1	0.00299	0.00000	0.00299	0.00822
<i>Krugiodendron ferreum</i> Urban	Chintoc	6	0.00225	1	0.00299	0.00000	0.00299	0.00822
<i>Chrysophyllum mexicanum</i> T.S. Brand ex Standl.	Chique	5	0.00187	1	0.00299	0.00000	0.00299	0.00784
<i>K'ash</i>	K'ash	3	0.00112	1	0.00299	0.00000	0.00299	0.00710
<i>Chloroleucon mangense</i>	Yaaxek	3	0.00112	1	0.00299	0.00000	0.00299	0.00710
<i>Chacbuclunche</i>	Chacbuclunche	3	0.00112	1	0.00299	0.00000	0.00299	0.00710
<i>Chac bob</i>	Chac bob	2	0.00075	1	0.00299	0.00000	0.00299	0.00672
<i>Spondias mombin</i> L.	Jujub	1	0.00037	1	0.00299	0.00000	0.00299	0.00635
<i>Randia longiloba</i> Hemsley	Kaax	1	0.00037	1	0.00299	0.00000	0.00299	0.00635
<i>Okinkapche</i>	Okinkapche	1	0.00037	1	0.00299	0.00000	0.00299	0.00635
<i>Ceiba aesculifolia</i> (H.B.K.) Britton & Baker	Piim	1	0.00037	1	0.00299	0.00000	0.00299	0.00635
<i>Dipholis salicifolia</i> (L.) A. DC.	Tsitya	1	0.00037	1	0.00299	0.00000	0.00299	0.00635
<i>Lonchocarpus parviflorus</i> Benth.	Balche	1	0.00037	1	0.00299	0.00000	0.00299	0.00635
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Pixoy	1	0.00037	1	0.00299	0.00000	0.00299	0.00635
<i>Kaxcatzim</i>	Kaxcatzim	1	0.00037	1	0.00299	0.00000	0.00299	0.00635
<i>Bunchosia swartziana</i>	Sipche	1	0.00037	1	0.00299	0.00000	0.00299	0.00635

Mediante la siguiente tabla se listan las especies endémicas identificadas dentro del SA.

Tabla IV.7 Especies endémicas en el SA

FAMILIA	ESPECIES	NOMBRE COMÚN	HÁBITO
Acanthaceae	<i>Stenandrum nanum</i>	-	Herbáceo
Boraginaceae	<i>Bouyeria pulchra</i>	Bakalche	Árboreo
Ebenaceae	<i>Diospyrus cuneata</i>	box silil	Árboreo
Fabaceae	<i>Caesalpinega gaumeri</i>	Kitinche	Arboréa
Fabaceae	<i>Havardia albicans</i>	Chukum	Arboréa
Fabaceae	<i>Lonchocarpus xuul</i>	Xuul	Arboréa
Fabaceae	<i>Platymiscium yucatanum</i>	Granadillo	Árboreo
Fabaceae	<i>Senegalia gaumeri</i>	Catzin	Arboréa
Malvaceae	<i>Ceiba schottii</i>	Pochote	Árboreo
Malvaceae	<i>Hampea trilobata</i>	Hool	Arboréa
Orchidaceae	<i>Lophiaris teaboana</i>	-	Epífita
Polygonaceae	<i>Coccoloba cozumelensis</i>	boob chic	Árboreo
Rubiaceae	<i>Alseis yucatanensis</i>	kakaw che	Árboreo
Rubiaceae	<i>Randia longiloba</i>	Kaax	Arbustivo
Rubiaceae	<i>Randia truncata</i>	chuleb che	Árboreo
Violaceae	<i>Hybanthus yucatanensis</i>	ta'sí'	Árboreo

Es importante mencionar que de las especies identificadas ninguna se encuentra bajo alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

IV.1 Componente de fauna en el SA

Al igual que en el caso de la vegetación, la distribución de la fauna en el Estado de Yucatán responde a un patrón determinado, en primera instancia, por las comunidades vegetales que le dan sustento y por las variables climáticas de la región⁴. De esta forma,

⁴ Duran R. y M. Méndez (Eds). 2010. Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. 496 pp.

la mayor diversidad de todos los grupos se concentra en las porciones centrales y sur de la península.

De acuerdo con los trabajos de campo realizados previamente y de los cuales derivan las autorizaciones correspondientes, dentro del SA se identificaron un total de 92 especies, mismas que conforme a su clase se listan a continuación.

Tabla IV.8 Listado de especies por clase registradas en el SA.

Grupo taxonómico	Número de especies por clase	NOM-059-SEMARNAT-2010
Anfibios	1	0
Reptiles	4	0
Aves	76	5
Mamíferos	11	3
Total	92	8

Como se indica en la tabla anterior, de las especies identificadas, únicamente 8 se encuentran bajo alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En lo que corresponde a los índices de diversidad se tienen los siguientes:

Tabla IV.9 Parámetros de diversidad por grupo de fauna en el SA.

Parámetros de diversidad	Herpetofauna	Avifauna	Mastofauna
S	5	76	11
N	9	172	64
H' (Shannon-Wiener)	1.427	3.959	2.178
Berger-Parker(D)	0.4444	0.0872	0.2273
Equitatividad (J)	0.8867	0.9198	0.8491

Como se observa en la tabla anterior, conforme al índice de Shannon-Wiener, se tiene que dentro del SA a reserva de la clase de aves se tiene una **diversidad baja-media**.

IV.2 Componente de Flora dentro del área del proyecto

De los trabajos de campo previamente realizados para la caracterización de flora dentro del área del proyecto, se identificó un uso de suelo (pastizal cultivado) y un tipo de vegetación (vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia).

Se identificaron un total de 51 especies distribuidas en tres estratos (arbóreo, arbustivo y herbáceo), de las cuales dos se encuentran listadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, *Cedrela odorata* bajo protección especial y *Spondias radlkoferi* como especie amenazada.

Mediante la siguiente tabla, se presenta el listado de las especies identificadas mediante los muestreos previos y de los cuales resultaron las autorizaciones en materia de impacto ambiental y CUSTF.

Tabla IV.10 Listado de especies registradas dentro del área del proyecto.

Número	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abundancia
1	<i>Acacia cornigera</i>	Cornazuelo	-	2
2	<i>Alvaradoa amorphoides</i>	Bel siinik che'	-	3
3	<i>Annona globiflora</i>	-	-	1
4	<i>Bauhinia divaricata</i>	Pata de vaca	-	2
5	<i>Bromelia pinguin</i>	Piñuela	-	2
6	<i>Bursera simaruba</i>	Chaká	-	85
7	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	kitim che'	-	39
8	<i>Casearia laetioides</i>	Volador	-	1
9	<i>Cecropia peltata</i>	Guarumbo	-	4
10	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	Sujeta a protección especial	3
11	<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	-	6
12	<i>Chloroleucon mangense</i>	Ya' ax eek'	-	1
13	<i>Coccoloba spicata</i>	Boob	-	3
14	<i>Coulteria cubensis</i>		-	3
15	<i>Diospyros tetrasperma</i>	Sip che'	-	4
16	<i>Diospyrus anisandra</i>	K'aakalche'	-	1
17	<i>Drypetes lateriflora</i>	Ekulub	-	12
18	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Piich	-	43
19	<i>Eugenia rhombea</i>		-	4
20	<i>Ficus cotinifolia</i>	Kopo'	-	1
21	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Poxoy	-	10

Número	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abundancia
22	<i>Guettarda combsi</i>	Taastaab	-	5
23	<i>Gymnopodium floribundum</i>	Ts'iits'ilche'	-	2
24	<i>Hamelia patens</i>	Coralillo	-	2
25	<i>Hampea trilobata</i>	Majahua	-	8
26	<i>Havardia albicans</i>	Chukum	-	7
27	<i>Jatropha gaumeri</i>	Pomol che'	-	13
28	<i>Krugiodendron ferreum</i>	Ch'iin took'	-	1
29	<i>Lasciasis divaricata</i>		-	4
30	<i>Leucaena leucocephala</i>	Waaxim	-	3
31	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	K'anasín	-	1
32	<i>Maclura tinctoria</i>	Chak oox	-	2
33	<i>Malvaviscus arboreus</i>	Tulipancillo	-	6
34	<i>Mangifera indica</i>	Mango	-	6
35	<i>Manilkara zapota</i>	Zapote	-	14
36	<i>Mariosousa dolichostachya</i>		-	2
37	<i>Metopium brownei</i>	Boox Chechem	-	11
38	<i>Myrcianthes fragrans</i>	Guayabillo	-	5
39	<i>Piper amalago</i>	Piper	-	1
40	<i>Piscidia piscipula</i>	Ja'abin	-	24
41	<i>Pisonia aculeata</i>	Uña de gato	-	1
42	<i>Pithecellobium dulce</i>		-	4
43	<i>Ricinus communis</i>	Ricino	-	1
44	<i>Sapindus saponaria</i>	Jaboncillo	-	1
45	<i>Simarouba glauca</i>	Negrito	-	1
46	<i>Spondias mombin</i>	Jobo	-	1
47	<i>Spondias purpurea</i>	Jobo	-	1
48	<i>Spondias radlkoferi</i>	Jobo	Amenazada	4
49	<i>Swartzia cubensis</i>	k'aatal oox	-	2
50	<i>Syngonium angustatum</i>		-	3
51	<i>Thouinia paucidentata</i>	k'an chuunup	-	1

IV.2.1. Análisis de diversidad

IV.2.1.1 Estrato arbóreo

Las especies arbóreas registradas fueron en total 36, de las cuales la especie más abundante es *Bursera simaruba* con 80 individuos, seguida por *Enterolobium cyclocarpum* con 42 individuos. Respecto a especies enlistadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 únicamente se identificaron dos: *Cedrela odorata* (Pr) y *Spondias radlkoferi* (A).

IV.2.1.2 *Estrato arbustivo*

Para el estrato arbustivo se registraron 24 especies, ninguna de ellas enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010. La especie más abundante fue *Jatropha gaumeri* con 13 individuos.

IV.2.1.3 *Estrato herbáceo*

Se registraron 11 especies herbáceas, de las cuales ninguna se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010. La especie más abundante fue *Drypetes lateriflora* con 6 individuos, seguida de *Caesalpinia gaumeri* con 5.

IV.2.2. Composición estructural

Referente a la determinación de los índices de valor de importancia (IVI) para cada especie, se observa que las dos especies principales son *Bursera simaruba* (densidad de 160 individuos/ha, área basal de 4.01m²/ha y frecuencia relativa de 10.14%) y *Enterolobium cyclocarpum* (densidad de 84 individuos/ha, área basal de 2.03 m²/ha y frecuencia relativa de 7.25%) con un índice de 25.05% y 13.58%. La especie con menor índice corresponde a *Myrcianthes fragrans* con apenas el 0.66%, densidad de 2 individuos/ha, área basal de 0.02 m²/ha y frecuencia relativa de 1.45%.

Mediante la siguiente grafica se muestran los índices de valor de importancia (IVI) para cada una de las especies registradas.

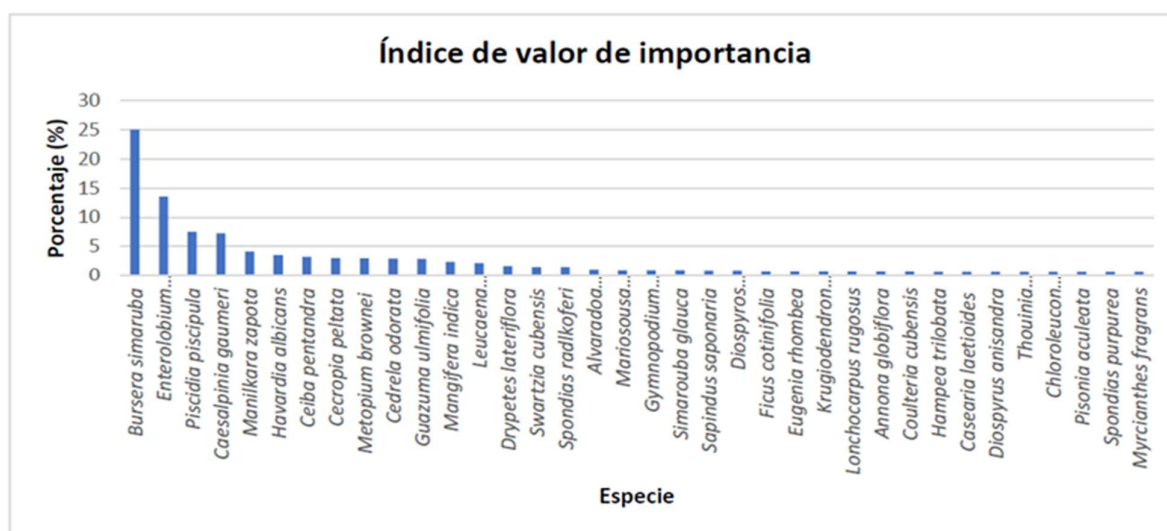


Figura IV.33 IVI por especies dentro del área del proyecto.

Considerando lo anterior, se tiene que para el estrato arbóreo se encontró que existe gran variedad de especies características de la selva mediana subcaducifolia, tales como *Bursera simaruba*, *Caesalpinia gaumeri*, *Cedrela odorata*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Ficus cotinifolia*, *Piscidia piscipula*, entre otras; sin embargo, es importante destacar que se localizaron especies frutales que son propias de zonas agropecuarias y que refieren de áreas previamente modificadas o incididas por la actividad antrópica (*Mangifera indica*, *Spondias purpurea*).

Referente a la diversidad basada en el índice de Margalef, se considera alta. Por otro lado, las principales especies en el predio son *Bursera simaruba*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Piscidia piscipula* y *Caesalpinia gaumeri* según el índice de valor de importancia, ya que muestran un índice mayor al 5%, las demás especies poseen un valor menor al 5%.

Para el estrato arbustivo, se obtuvo una diversidad también alta con 24 especies en el área del proyecto.

En lo que corresponde al estrato herbáceo la diversidad es considerada como baja.

Finalmente, es importante reiterar que los resultados presentados, mismos que fueron previamente analizados por la autoridad y de los cuales se derivan las diversas autorizaciones, corresponden a las condiciones originales que prevalecían dentro del predio (Desarrollo Ecoturístico Xibalbá), sin embargo, actualmente dichas características se han visto modificadas por las diversas obras y actividades. En este sentido, se señala que dentro de las áreas que considera el proyecto, tanto para la operación de obras, como la construcción, los componentes ambientales se encuentran previamente modificados y en algunos de los casos eliminados.

IV.3 Componente de Fauna terrestre dentro del área del proyecto

Para la caracterización del componente de fauna terrestre, se emplearon metodologías ampliamente reconocidas y especializadas para cada una de las clases (aves,

mamíferos, reptiles y herpetofauna). Asimismo, dentro de las campañas de muestreo se utilizó equipo de foto trampeo y registro auditivo.

A continuación, se presentan los resultados de los esfuerzos de muestreo que se han realizado de manera previa para obtener las diferentes autorizaciones de las obras y actividades asociadas al Desarrollo Ecoturístico Xibalbá, área en donde se ubica el proyecto.

IV.3.1. Herpetofauna

Dentro del área de influencia y del proyecto, se registraron 10 especies, siete del orden Squamata y tres de Anura. En total ocho familias: Bufonidae, Hylidae, Iguanidae, Viperidae, Dipsadidae, Colubridae, Corythophanidae y Phrynosomatidae. Las familias con más especies son Bufonidae y Viperidae, mientras que Iguanidae es la más abundante (ver siguiente figura, misma que se incluye de manera anexa para mayor apreciación).

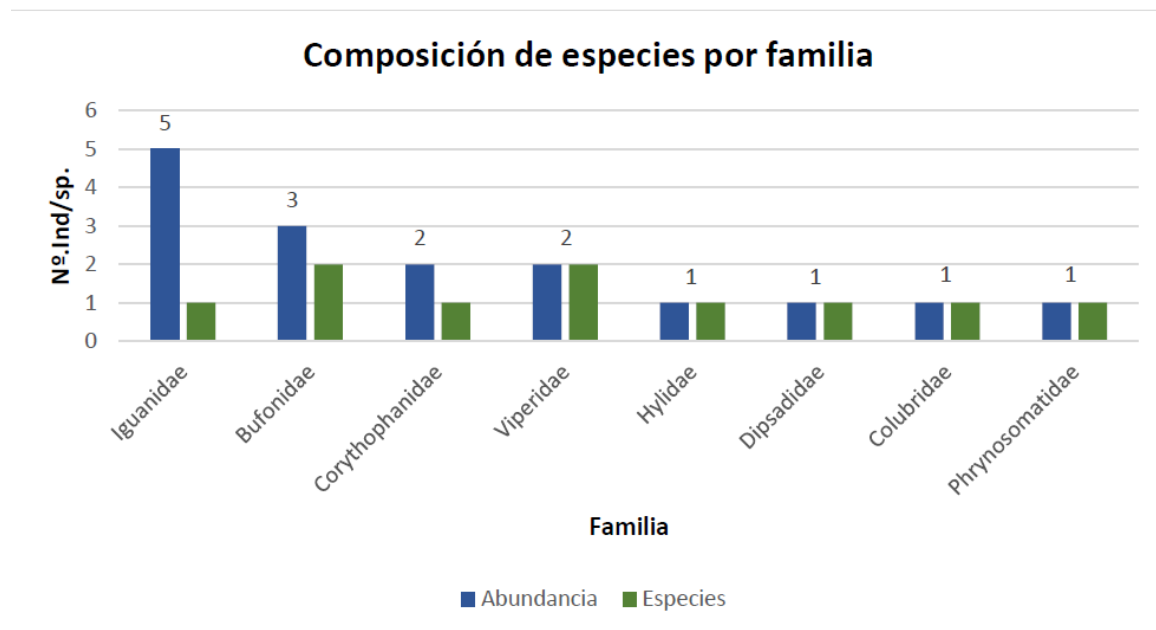


Figura IV.34 Distribución de especies por familia.

El número total de individuos registrados fue de 16, siendo *Ctenosaura similis* la especie más abundante.

Mediante la siguiente figura se muestra la abundancia por especie.

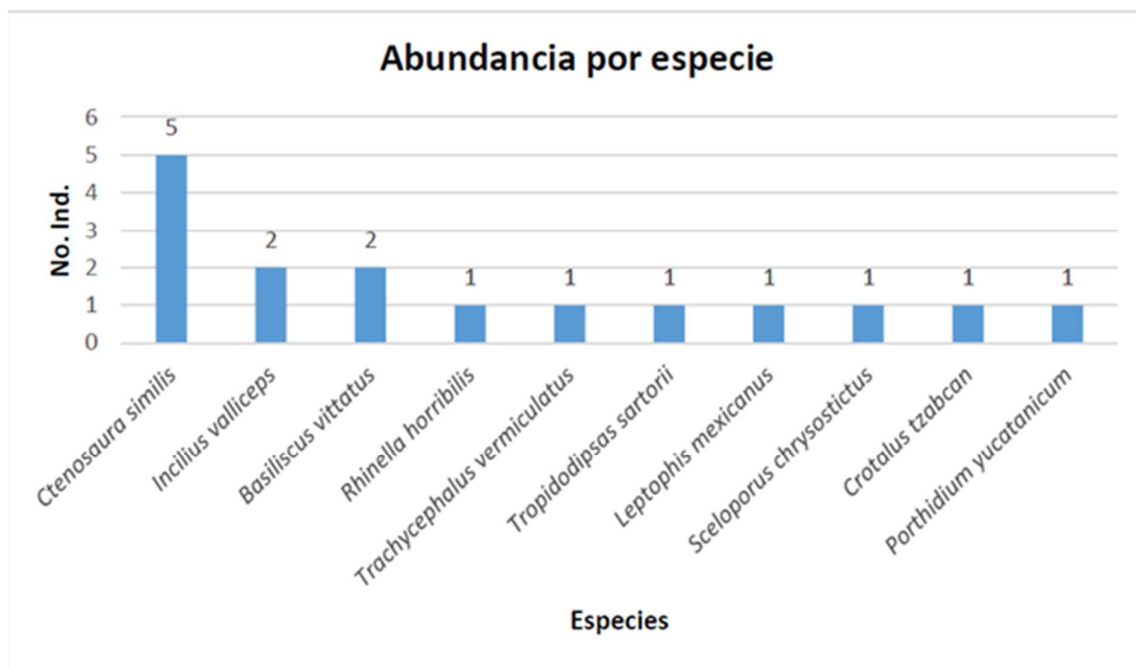


Figura IV.35 Abundancia por especie.

La riqueza específica dada por el índice de Margalef fue de 3.24; lo que podría estar indicando una **riqueza media** en la comunidad, y una diversidad de Shannon de 2.09, el cual se ajusta a los valores normales del índice.

Por otro lado, se tiene que de las especies registradas cuatro se encuentran citadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, siendo *Ctenosaura similis* y *Leptophis mexicanus* bajo categoría de Amenazadas, mientras que *Porthidium yucatanicum* y *Tropicodipsas sartorii* se encuentran Sujetas a Protección Especial.

IV.3.2. Avifauna

Se registraron 69 especies, pertenecientes a 28 familias y 14 órdenes. Las dos familias más abundantes son Parulidae y Tyrannidae, con 8 especies y 9 especies respectivamente.

Mediante la siguiente figura, misma que se incluye de manera anexa para mayor apreciación, se muestra la distribución de especies por familia.

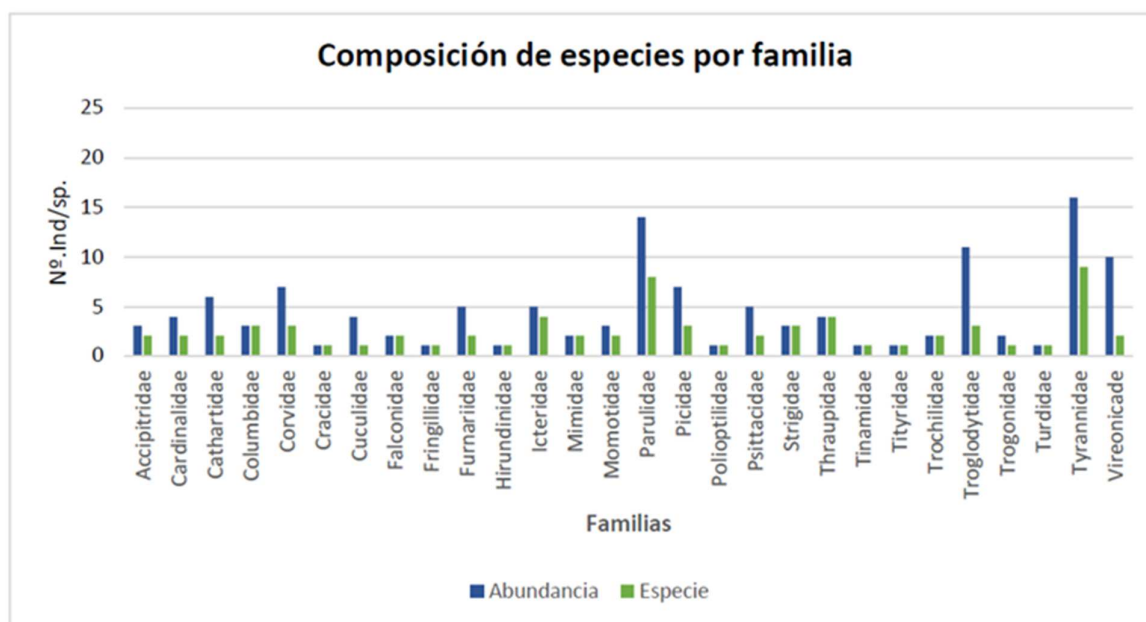


Figura IV.36 Distribución de especies por familia

Cabe mencionar que el registro de las 69 especies se llevó a cabo de manera visual, auditivamente, y dos mediante cámaras trampa. Se resalta que mediante las grabaciones se identificaron en total 48 especies de aves.

En cuanto al número de individuos, se obtuvo un registro 125 individuos. Del porcentaje del número de registros por especie, se tiene que del total de especies el 37.7% cuenta con más de dos registros, mientras que el 62.3% solo fue registrada una vez. Entre las especies más abundantes, se encuentran: *Vireo griseus* (9),

Pheugopedius maculipectus (6) y *Melanerpes aurifrons* (5), y entre las menos abundantes: *Piranga rubra*, *Micrastur semitorquatus* y *Mimus gilvus*.

La riqueza específica obtenida por el índice de Margalef fue de 12.42, lo cual indica que en el área hay una **riqueza alta** de especies de aves y diversa al obtener un índice de Shannon de 4.0.

Por otro lado, se tiene que del total de especies registradas, seis se encuentran reportadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, bajo la categoría de protección especial (Pr). Cabe mencionar que las especies bajo alguna categoría de riesgo, todas muestran una amplia distribución, sin que esta se restrinja al área del proyecto o SA.

IV.3.3.Mastofauna

Dentro del Desarrollo Ecoturístico Xibalbá se registraron 20 especies representadas en 14 familias y 7 órdenes. taxonómicos. El orden con mayor número de especies es Carnivora, seguido de Artiodactyla. La especie más abundante fue *Nasua narica*, seguido de *Odocoileus virginianus*, mientras que las especies poco frecuentes fueron *Pecari tajacu*, *Leopardus wieddi* y *Procyon lotor*.

Por otro lado, se tiene que de las especies registradas, seis se encuentran reportadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

De acuerdo con el índice de riqueza de Margalef de 2.45 se tiene que la **riqueza de mamíferos media-baja**.

IV.4 Caracterización de estigofauna dentro del área del proyecto

Como se ha multicitado, el objetivo del presente estudio tiene como finalidad dar cumplimiento a la resolución administrativa emitida por la PROFEPA para obras sancionadas, así como el obtener la autorización en materia de impacto ambiental de la construcción de un camino, una antena de comunicación y un módulo de sanitarios (obras nuevas).

Una vez reiterado lo anterior, se menciona que si bien, las **obras nuevas** no inciden en ningún cuerpo de agua, la operación de aquellas sancionadas, en algunos casos, si inciden en cenotes o afloramientos.

Por lo anterior, se realizaron trabajos de campo con la finalidad de caracterizar la estigofauna en aquellos cuerpos de agua en donde el proyecto tendrá incidencia por su operación.

En este sentido, se tiene que los trabajos de campo consistieron en la prospección acuática de estigofauna en ocho cenotes dentro del área del proyecto, cabe mencionar que el cenote denominado “El Increíble” corresponde al testigo de los muestreos. Es decir, dentro del mismo no se pretende el realizar ningún tipo de obra o actividad y únicamente se muestro como referencia para el resto de los cenotes.

Mediante la siguiente figura, misma que se incluye de manera anexa para mayor apreciación, se muestra la ubicación de los cenotes caracterizados.

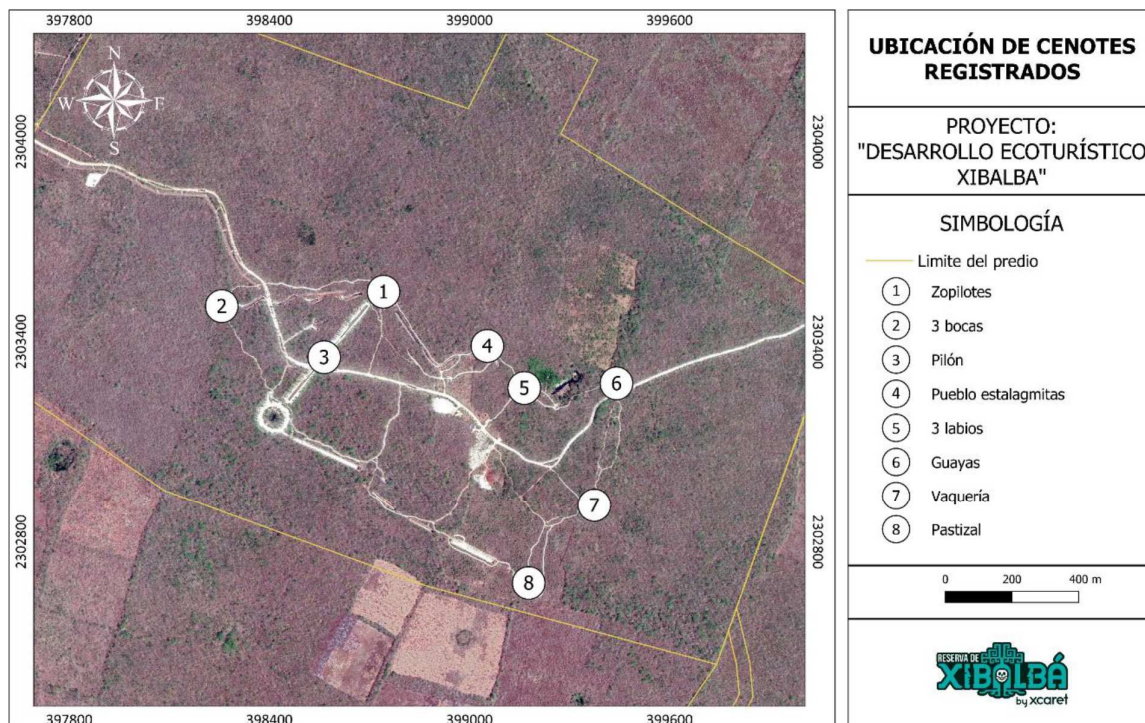


Figura IV.37 Ubicación de los cenotes muestreados.

IV.4.1. Metodología de trabajo de campo

Del 26 al 15 de diciembre del 2021, se realizó un total de 11 buceos en ocho cenotes, de los cuales Tres Bocas, Pueblo de Estalagmitas y Tres Labios se monitorearon durante el día y la noche.

La obtención de datos faunísticos de los cenotes encontrados dentro del desarrollo ecoturístico Xibalbá, de Grupo Xcaret, se realizó mediante el uso de buceo SCUBA, respetando los límites establecidos por la National Association for Cave Diving para el buceo en cuevas y cavernas, así como los protocolos de Technical Diving International respecto al montaje de tanques laterales (ver siguientes figuras, mismas que se incluyen de manera anexa).

Cabe mencionar que de manera anexa se incluye el estudio, en donde se podrán revisar de manera pormenorizada la metodología empleada.

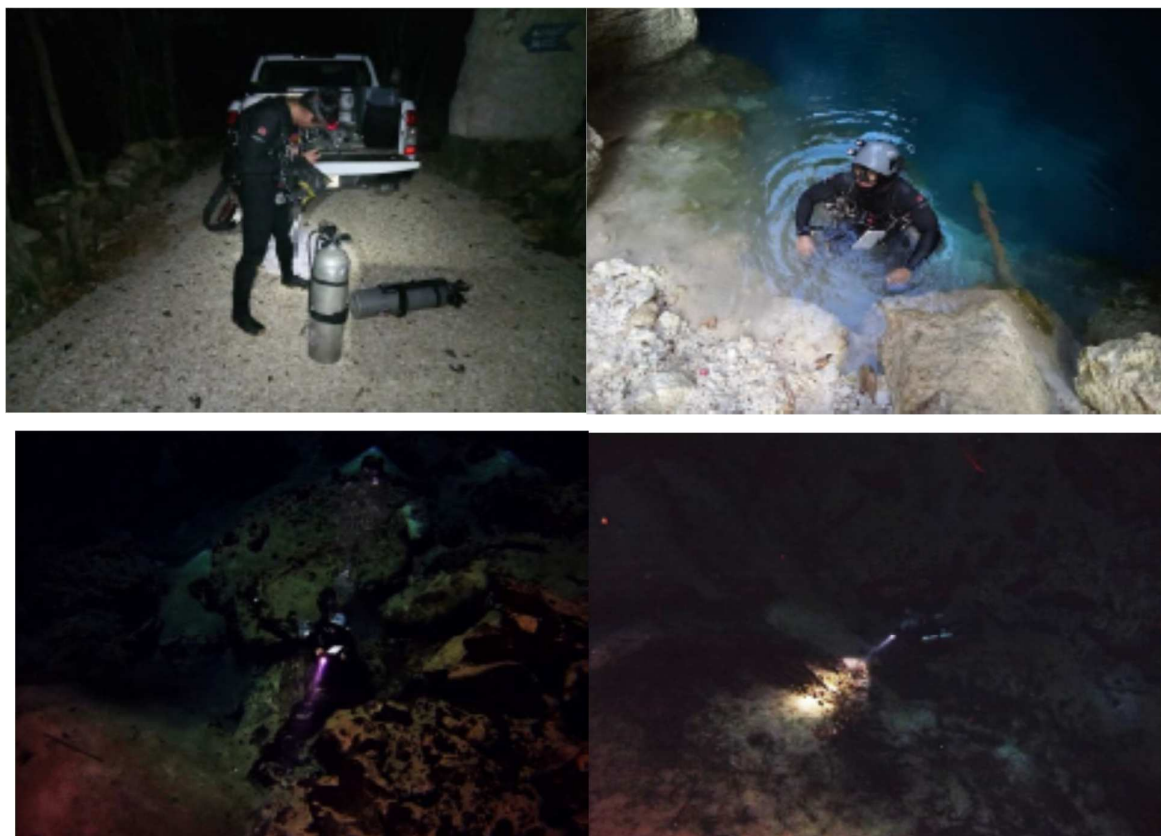


Figura IV.38 Imágenes que evidencian el trabajo dentro de los cenotes.

Transectos

En cada cenote se realizaron censos en tres hábitats distintos: el fondo, cerca del sedimento, la región cercana a las paredes y en la región pelágica. En aquellos cenotes que los presentaban, también se inspeccionaron los pasajes subterráneos con el objetivo de inspeccionar el hábitat de algunas especies estigobias.

Los muestreos se realizaron en tres intervalos de profundidad distintos que abarcaron de 0-10 m (cenote), 10-20 m (caverna), 20-30 m (fondo). En aquellos cenotes con profundidades máximas menores a los 30 m, los transectos de la caverna se realizaron a la mitad de la profundidad máxima. Los horarios manejados para los muestreos fueron de día (10 AM – 12 PM) y de noche (6 PM – 9 PM) con el propósito de disminuir sesgos potenciales inducidos por el comportamiento de algunas especies y para permitir la recuperación del disturbio del cuerpo del agua generado por el observador durante la primera visita.

Durante cada censo, se tomaron tres transectos por intervalo de profundidad, con un total de tres réplicas por intervalo de profundidad y nueve réplicas para cada sitio en cada horario. Cada transecto se instaló de la siguiente manera: una línea de nylon se ancló a una roca de manera temporal utilizando un pequeño alambre en uno de los extremos como se muestra en la siguiente figura. Posteriormente, la línea se tendió hasta abarcar una longitud total de 25 m. A lo largo del transecto el buzo contabilizó la ictiofauna encontrada dentro de un radio de 2.5 m hacia cada lado y hacia arriba, con una distancia de 5 m inmediatos por delante, formando una figura similar a medio cilindro como se muestra en la siguiente figura, con la finalidad de obtener una medida de densidad. El área muestreada se estimó a partir del volumen de un medio cilindro.

El posicionamiento de los transectos bajo el agua se realizó de manera aleatoria debido a que únicamente se deseaba registrar la cantidad de especies presentes y su frecuencia, sin tomar en consideración un efecto de interés (por ejemplo, un efecto de protección), de modo que cada miembro de la población tuvo la misma probabilidad de ser incluido en la muestra y cada muestra de tamaño determinado tuvo la misma posibilidad de selección. Además, el posicionamiento aleatorio de los transectos a

menudo facilita el mayor poder estadístico y la mayor variedad de opciones para el análisis (Kingsford y Battershill, 2000).

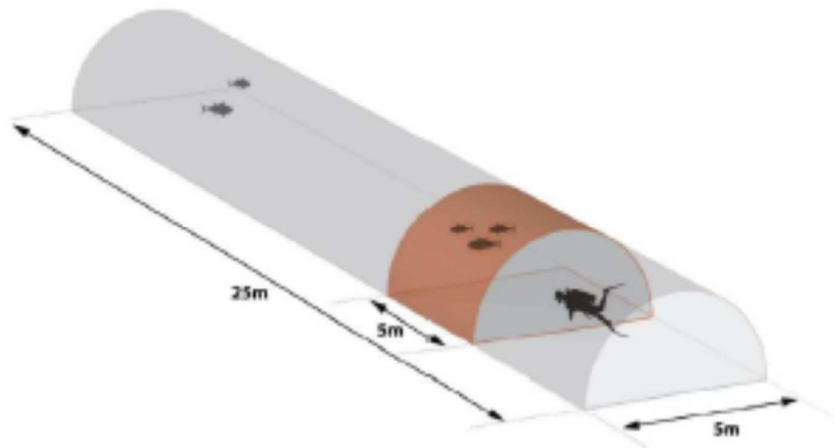


Figura IV.39 Se muestra la instalación temporal de un transecto de 25 m tridimensional para observar ictiofauna, con un radio de 2.5 m. Únicamente se contabilizaron los peces encontrados dentro de una distancia de 5 m por delante, moviéndose lentamente hasta el final del transecto. En este caso, el buzo registra tres peces, ubicados dentro del volumen marcado en naranja, pero no los peces en la lejanía y podrá hacerlo únicamente si se encuentran dentro del volumen del transecto durante el muestreo.

Llenado de fichas

Al finalizar cada transecto los datos eran vaciados en una tablilla de escritura subacuática de trovicel con un lápiz de grafito (ver siguiente figura) y la línea de nylon era recuperada del sitio de anclaje con un fuerte tirón.



Figura IV.40 *Tablilla de escritura de trovicel (izquierda) y lápices de grafito (derecha) utilizados durante el llenado de fichas de biodiversidad durante cada muestreo.*

El trovicel es un material con flotabilidad positiva dada su capacidad de almacenar burbujas de aire por su porosidad, por lo que es preferible evitar este tipo de material para las tablillas de escritura ya que, si se pierde de manera accidental, únicamente podrá recuperarse si se asciende a la superficie por ella, evitando el almacenamiento de datos del muestreo.

Sobre cada transecto, también se realizó la toma de videos utilizando cámaras subacuáticas GoPro Hero 5 y SeaLife Micro 2.0 como se muestra en la siguiente figura. El sistema consistía en una cámara subacuática montada en un soporte metálico acoplado a una un estrobo que era activada previo al muestreo y era mantenida en un eje horizontal a lo largo del transecto, con la finalidad de realizar conteos posteriores en el gabinete. Con este sistema, también se realizó la toma de videos y fotografías con particularidades de cada sitio con la finalidad de generar un registro de las condiciones actuales.



Figura IV.41 *Herramientas de grabación utilizadas para la toma de videos a lo largo de cada transecto muestreado. De izquierda a derecha: cámara SeaLife Micro 2.0; GoPro Hero 5; soporte de cámara con estrobos.*

Existe una gran gama de cámaras digitales disponibles en el mercado. Sin embargo, las cámaras GoPro ofrecen una manera económica de obtener video de alta calidad de manera compacta. Los modelos nuevos ofrecen videos de alta definición que pueden almacenarse en tarjetas de memoria de gran tamaño, mientras economizan el consumo energético de manera adecuada, facilitando el almacenamiento de cada muestreo en tarjetas distintas sin tener como limitante el tamaño del disco duro.

Organización y almacenamiento de datos

Toda la información fue almacenada en una hoja de datos de Excel estandarizada que podrá ser utilizada para monitoreos a futuro y está organizada de tal manera que le permita a un tercero entender su contenido fácilmente. Para evitar la repetición de datos, la información fue subdividida en dos secciones, la primera describe los metadatos asociados con el muestreo y la segunda, los datos de biodiversidad como tal. Una columna con valores únicos se creó para enlazar ambas secciones y cada campo fue definido para remover cualquier ambigüedad respecto a su significado y uso.

Análisis de datos

Los datos obtenidos en campo fueron procesados de maneras distintas. Con los datos de presencia y ausencia de las especies observadas en los ocho cenotes visitados, se elaboró una matriz binaria para poder ser sometida a análisis de composición específica. Por otra parte, con los datos correspondientes a las variables fisicoquímicas y a los datos de conteo fueron sometidos a un análisis exploratorio de datos (AED), con la finalidad de determinar la distribución y la homoscedasticidad de los datos, para elegir el modelo más adecuado que permitiera evaluar los valores de tendencia central sobre cada localidad y los efectos de distintos factores de interés sobre las diferencias en la abundancia de especies observadas respectivamente. Todos los análisis se realizaron utilizando las paqueterías *rstatix*, *vegan* y *GAMLSS* para *RStudio 1.4.1106*.

La normalidad y homoscedasticidad de las variables fisicoquímicas del agua fueron evaluadas con pruebas de Shapiro-Wilk y Levene respectivamente. Con una prueba

Kruskal-Wallis, los valores de tendencia central de la temperatura y conductividad fueron evaluados sobre el conjunto de cenotes visitados.

La matriz binaria de presencia y ausencia fue sometida a un análisis de clasificación no jerárquico (*neighbour joining clustering*), utilizando el índice de Jaccard como medida de asociación, con finalidad de determinar el grado de similitud de los cenotes muestreados en términos de la composición específica. Posterior a dicha clasificación, la matriz fue sometida a un análisis de coordenadas principales (PCO) que permitiera definir el grado de co-ocurrencia específica.

Inicialmente, se deseaba evaluar el efecto de la hora, hábitat y la profundidad, sobre la abundancia con un análisis de varianza multivariado permutacional no paramétrico (NPMANOVA, Anderson, 2001), cuya variable de respuesta consiste en una matriz con las abundancias promedio de especies (columnas) dentro de cada sitio de muestreo (hileras) y donde las variables predictoras serían la profundidad promedio de los transectos realizados dentro de cada sitio, el tipo de hábitat y la hora del muestreo. En este caso particular, el diseño experimental estaría conformado por tres factores: el cenote (8 niveles, aleatorios); la hora (dos niveles, fijo) y la zona (tres niveles, cruzados con el resto de los factores). Posteriormente, la probabilidad de esta prueba sería computada comparando el estadístico F con una distribución nula obtenida mediante 10,000 permutaciones aleatorias no restringidas de las hileras en la matriz de abundancia de especies. Sin embargo, debido a que únicamente se encontró una especie de pez en la mayoría de los censos y a que se eliminaron los niveles relacionados con la hora para algunos cenotes por cuestiones logísticas, únicamente se analizaron las diferencias en la abundancia de la especie sobre el hábitat, la zona (efectos fijos) y el cenote (efecto aleatorio), a través de un modelo lineal generalizado, considerando a cada transecto individual como una réplica independiente dentro del sitio de muestreo, la profundidad y el hábitat.

Es importante calibrar los modelos utilizados con una variable de exposición que consista en un predictor estructural utilizado para ajustar el conteo de eventos a lo largo de períodos de tiempo, áreas y volúmenes debido a que la variable de respuesta suele ser proporcional a la exposición; dicho de otro modo, la variable de exposición permite

ajustar las diferencias inducidas en el número de conteos provocadas por variaciones en el volumen filtrado, el área muestreada o la duración de cada muestreo. Los conteos se realizaron a lo largo de una misma distancia preestablecida, con la finalidad de reducir la variabilidad en los datos provocada por una diferencia en volumen, pero para determinar si el observador ejerció un efecto sobre el volumen de agua filtrado, se realizó una prueba ANOVA sobre la duración en segundos de cada transecto a partir de modelos que fueron evaluados sobre los valores de tendencia central para los transectos de las tres zonas de cada uno de los cenotes, en los distintos horarios y en las distintas fechas de muestreo.

Los datos de conteo son de naturaleza discreta y se basan en frecuencias observadas de las especies encontradas por lo que, si se desea analizarse en términos cuantitativos continuos, una opción es convertir la variable de respuesta en una densidad (eventos por área, volumen o tiempo), pero dichas aproximaciones suelen ser malas ya que, los modelos suelen ignorar las diferencias entre las variaciones del predictor. Por ello, los datos fueron agrupados dentro de la variable Frecuencia para ser evaluados sobre las distribuciones más utilizadas para representar variables de conteo (e.g. Poisson, Binomial Negativa I y II, y Poisson Inversa Gaussiana). Posteriormente, el criterio de información de Akaike (AIC) y el criterio de información Bayesiano (BIC), fueron utilizados como indicadores de la bondad de ajuste de un modelo estadístico durante la determinación de la familia distributiva que mejor representó al conjunto de datos.

Los paquetes utilizados fueron *pscl*, *sándwich*, *lmtest*, *MASS*, *GAMLSS*, *vcd*, *VGAM*, *countreg* y *rcompanion*.

IV.4.2.Resultados

De los muestreos realizados se obtuvo un total de 10 especies. Mediante la siguiente tabla se listan las especies registradas por cenote.

Tabla IV.11 Distribución de especies por cenote.

	<i>Antromysis cenotensis</i>	<i>Creaseriella anops</i>	<i>Yucatalana robustispina</i>	<i>Tuluweckelia cernua</i>	<i>Creaseria morleyi</i>	<i>Rhamdia guatemalensis</i>	<i>Typhlatya mitchelli</i>	<i>Typhlatya pearsei</i>	<i>Typhlias pearsei</i>	<i>Mayaweckelia cenoticola</i>
Tres Bocas	X	X	X	X	X	X	X	X		X
Pueblo de Estalagmitas	X	X		X	X	X	X			
Tres labios	X	X			X	X	X			
Zopilotes					X	X	X			
Guayas	X	X			X	X	X			
Pilón	X	X			X	X	X	X	X	
Vaquería	X	X	X	X	X	X	X			X
El Increíble*	X	X		X	X	X	X			

*Cenote testigo.

Como se refleja en la tabla anterior, de las especies identificadas el 30% se distribuyen en todos los cenotes. Lo anterior, puede ser resultado de la interconexión que existe de manera subterránea entre cenotes.

Análisis exploratorio de datos

El muestreo de tres transectos en tres zonas distintas en ocho cenotes, con una réplica de horario para tres cenotes, resultó en un total de 117 transectos (9 por muestreo), que permitió el conteo de 231 especímenes: 41 para Tres bocas, 16 para Pueblo de estalagmitas, 23 para Tres labios, 9 para Zopilotes, 48 para Guayas, 43 para Pílon, 29 para Vaquería y 22 para El Increíble.

- a) Los conteos presentaron una variación amplia y la mayoría de los organismos observados por conteo se presentó en Guayas. En contraste Pueblo de Estalagmitas tuvo la menor variación.
- b) Los conteos arrojaron datos similares durante el día y la noche, pero la variación fue mayor para los conteos diurnos.
- c) Los conteos a lo largo de las fechas de muestreo fueron similares, con una mayor variación durante el 30 de noviembre.
- d) Los transectos 1 a 3, ubicados en el área del cenote, exhibieron una mayor variación en los conteos que en el resto.
- e) Se observó una gran cantidad de datos extremos al analizar los datos a partir de únicamente una variable.

Mediante la siguiente figura, misma que se incluye de manera anexa, se muestra lo referido en los puntos anteriores.

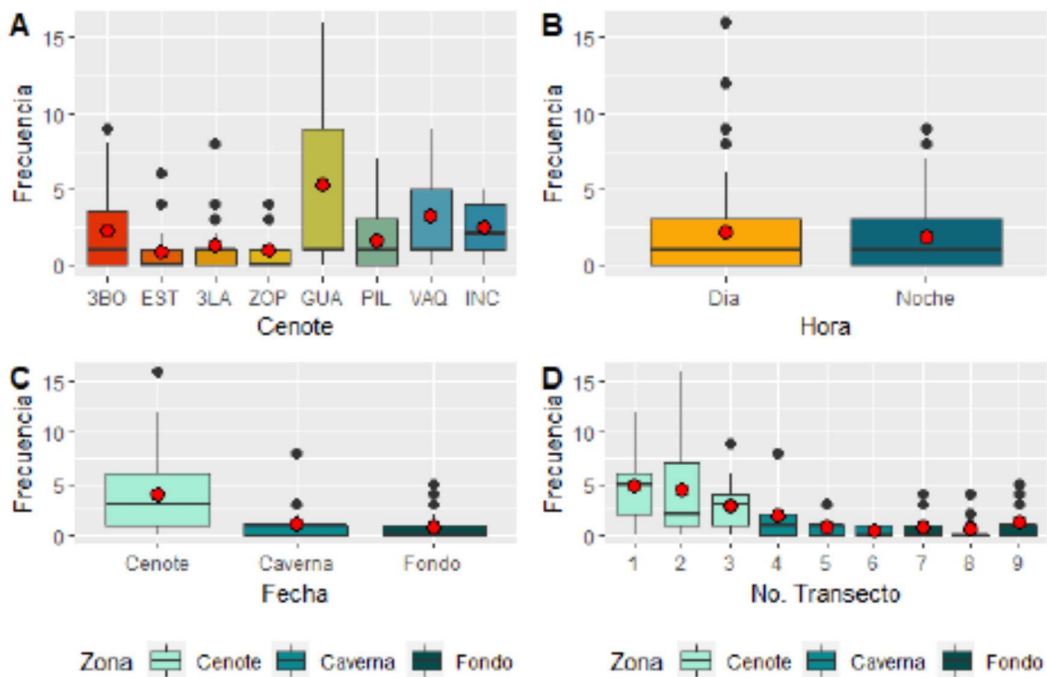


Figura IV.42 Variaciones y medias (en rojo) de la duración los conteos realizados por: A) cenote, B) horario, C) Zona y D) transecto en ocho de los cenotes muestreados dentro del desarrollo ecoturístico Xibalbá de Grupo Xcaret del 26 de nov al 15 de dic de 2021.

Variable de exposición

Cada transecto tuvo una duración promedio de 146.25 ± 1.37 seg. Con una prueba ANOVA sobre los valores de tendencia central para los transectos de las tres zonas de cada uno de los cenotes en distintas fechas de muestreo, se obtuvo que las variaciones inducidas sobre el tiempo de muestreo por el observador en cada cenote ($F(7,100) = 1.52, p = >0.05$), zona ($F(2,100) = 1.05, p = >0.05$), transecto ($F(6,100) = 1.49, p = >0.05$) y hora ($F(1,100) = 3.51, p = >0.05$) no fueron estadísticamente significativas, mientras que sus residuales siguieron una distribución normal de acuerdo a una prueba de Shapiro-Wilk ($W = 0.978, p = > 0.05$) por lo que se puede considerar a la duración como una variable de exposición homogénea como se muestra en la siguiente figura, misma que se incluye de manera anexa.

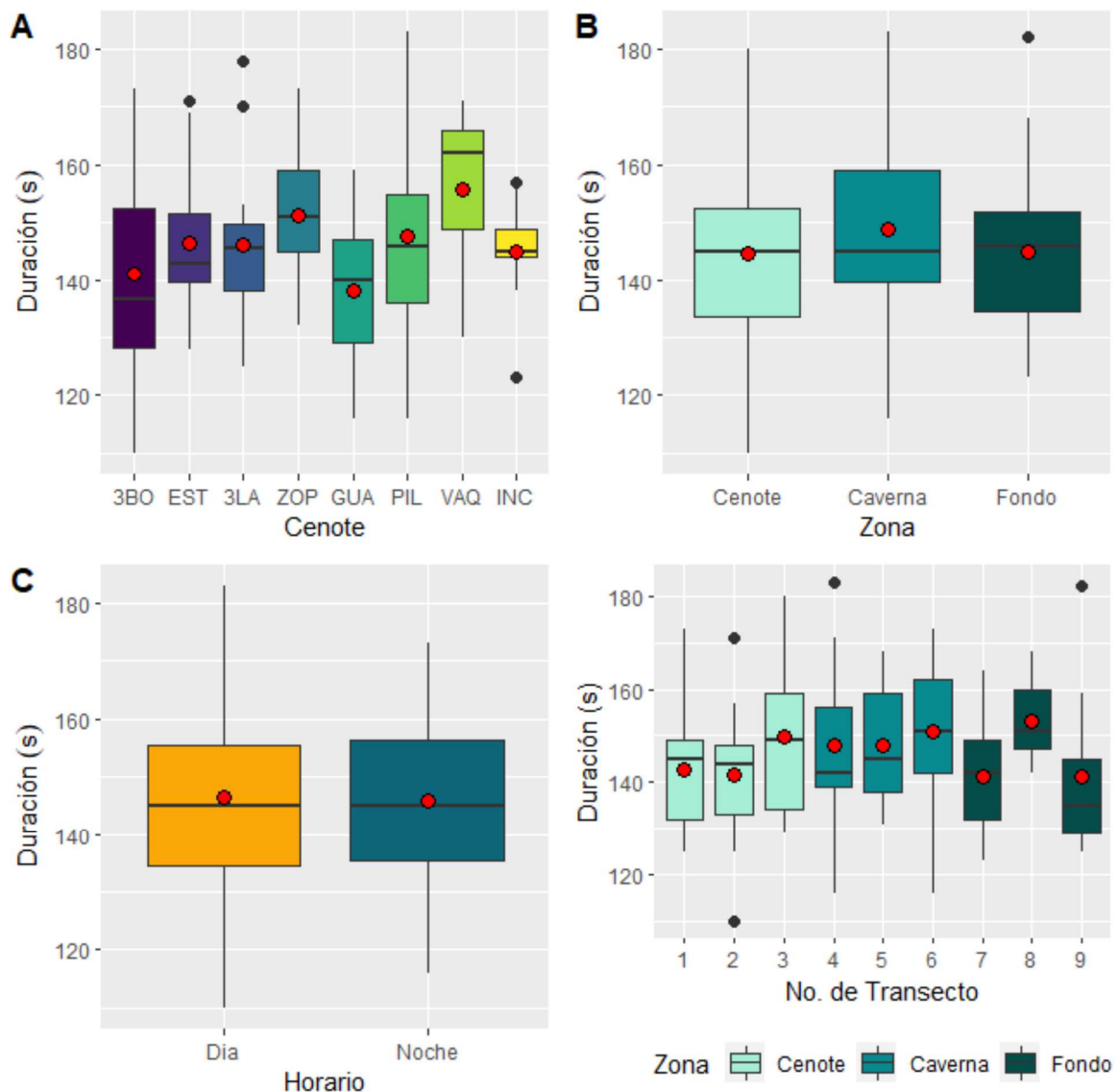


Figura IV.43 Variaciones y medias (en rojo) de la duración para los conteos realizados por: A) cenote, B) horario, C) Zona y D) transecto en ocho de los cenotes muestreados del 26 de nov al 15 de dic de 2021.

Conteos

Debido a que no se contó con réplicas para el día y la noche en todos los cenotes, los datos de la variable Frecuencia se dividieron en dos partes. Para la primera parte, se consideraron todos los conteos para los muestreos realizados y únicamente se analizó

la variación en la detectabilidad entre zonas. Se analizó un total de 117 transectos que tomaron valores de 0-16, con una suma total de 231 especímenes contabilizados, una media de 1.97 ind transecto-1 y una varianza de 8.18, indicando un problema de sobredispersión en los datos equivalente a 4.15 veces la media. En la siguiente figura se muestra la distribución de los datos y una visión general de sus relaciones bivariantes, donde se observa lo siguiente:

- 1) Los datos están sesgados hacia el cero y disminuyen hacia el valor máximo de la variable.
- 2) Se contabilizó el 81% de los especímenes en el cenote, en la caverna el 10% y el 9% en el fondo.
- 3) El 51% de los organismos se observaron durante el día y el 49% durante la noche.
- 4) Durante el día el 76% de organismos se observaron en el cenote, el 12% en la caverna y el 12% en el fondo.
- 5) Durante la noche, se observó el 87% de los organismos en el cenote, el 8% en la caverna y el 5% en el fondo.
- 6) Los datos sugieren que la distribución de los organismos no es homogénea y que existe una variación en su abundancia dentro de cada zona.

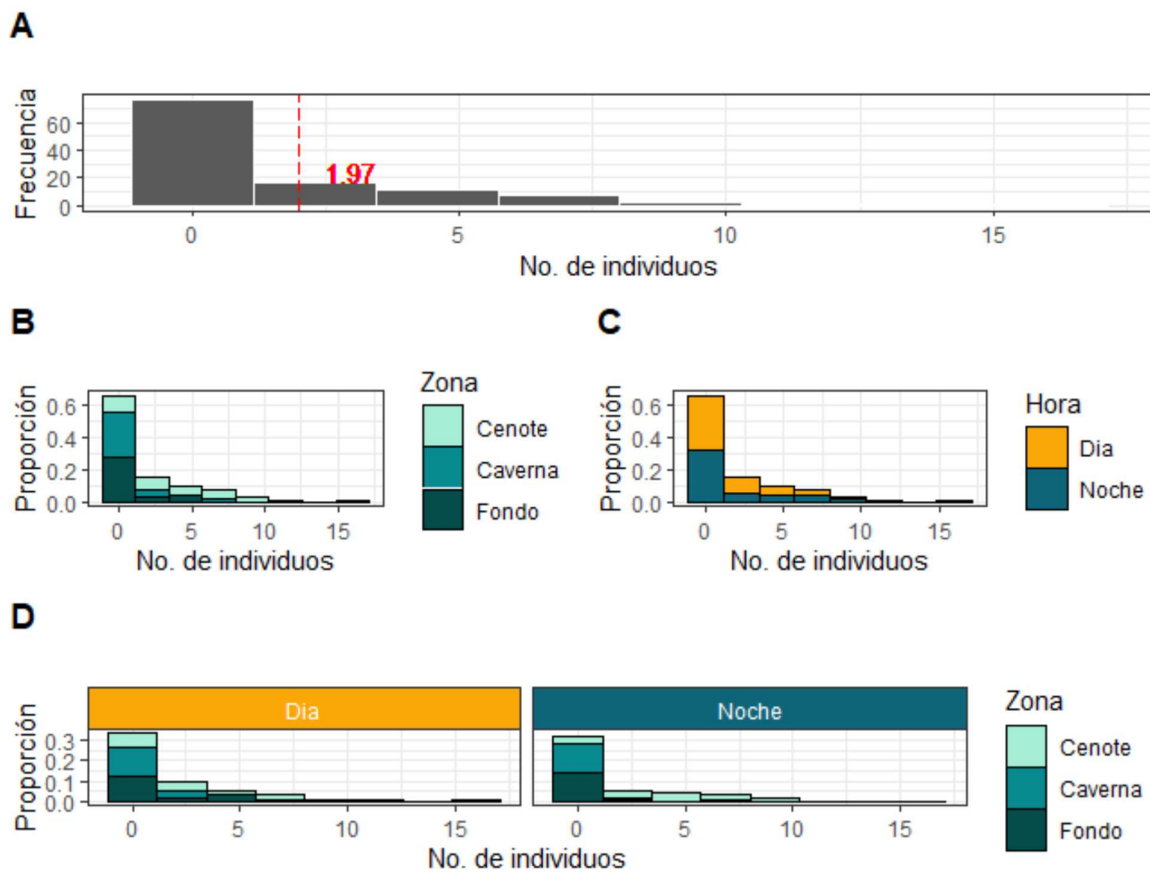
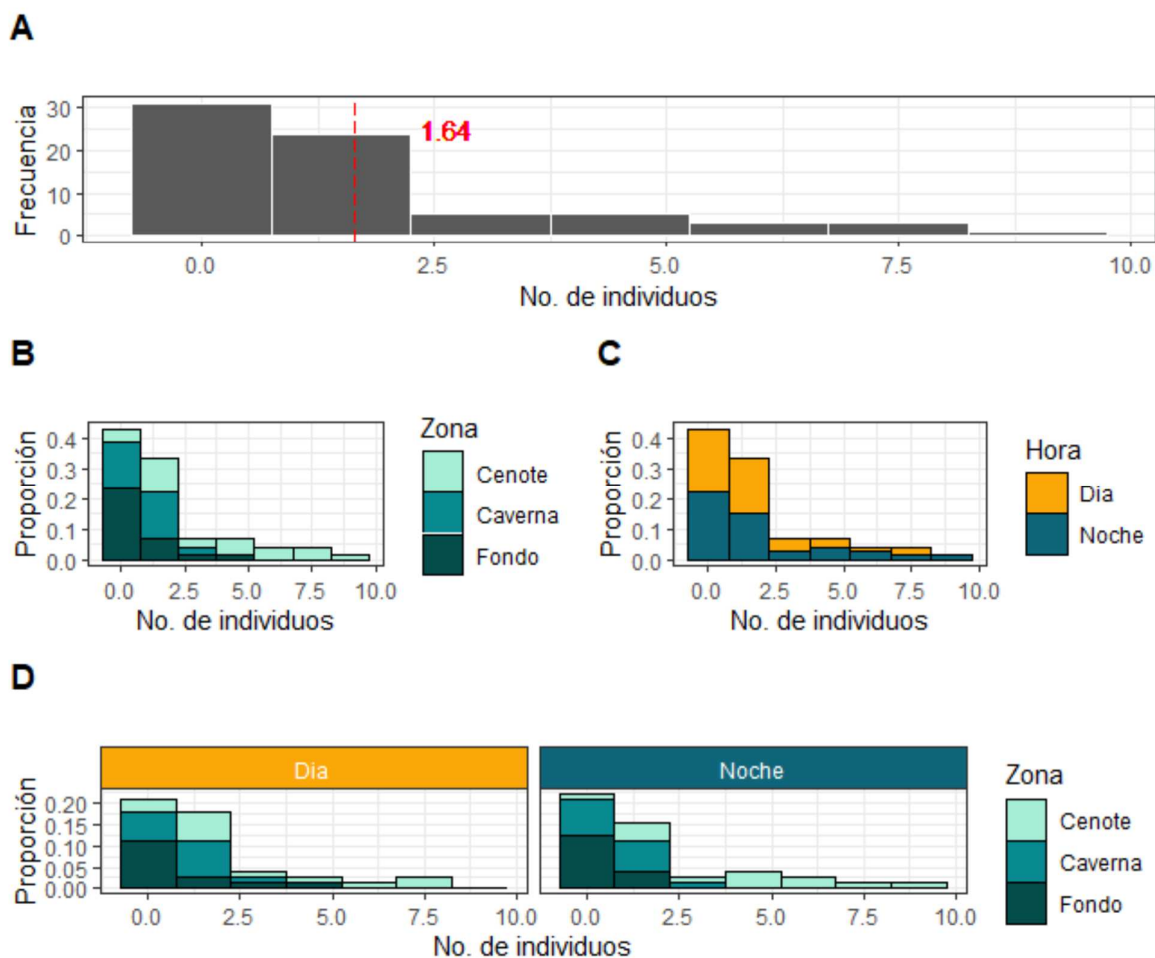


Figura IV.44 Proporciones de individuos de *Rhamdia guatemalensis* contabilizados del 26 de noviembre al 15 de diciembre del 2021 en 117 transectos procedentes de ocho cenotes. Se muestra: a) la distribución de los conteos con la media; b) los conteos realizados por zona, c) por horario y d) por horario en cada zona.

Para la segunda parte, se analizó el efecto que ejercía el día y la noche sobre la detectabilidad de los peces en los cenotes Tres bocas, Pueblo de estalagmitas, Tres labios y Pilón. Se analizó un total de 72 transectos que tomaron valores de 0-9, con una suma total de 118 especímenes contabilizados, una media de 1.64 ind transecto⁻¹ y una varianza de 5.08, indicando un problema de sobredispersión en los datos equivalente a 3.1 veces la media. En la siguiente figura se muestra la distribución de los datos y una visión general de sus relaciones bivariadas, donde se observa lo siguiente:

- 1) Los datos están sesgados hacia el cero y disminuyen hacia el valor máximo de la variable.

- 2) Se contabilizó el 73% de los especímenes en el cenote, en la caverna el 16% y el 11% en el fondo.
- 3) El 49% de los organismos se observaron durante el día y el 51% durante la noche.
- 4) Durante el día, se observó el 64% de organismos en el cenote, el 19% en la caverna y el 17% en el fondo.
- 5) Durante la noche, se observó el 82% en el cenote, el 13% en la caverna y el 5% en el fondo.
- 6) Los datos sugieren que la distribución de los organismos no es homogénea y que existe una variación en su abundancia dentro de cada zona, aparentemente relacionada con el horario.



*Figura IV.45 Proporciones de individuos de *Rhamdia guatemalensis* contabilizados del 26 de noviembre al 15 de diciembre del 2021 en 72 transectos procedentes de cuatro cenotes encontrados en el Desarrollo Ecoturístico Xibalbá de Grupo Xcaret. Se muestra: a) la distribución de los conteos con la media; b) los conteos realizados por zona, c) por horario y d) por horario en cada zona*

Distribución probabilística

Debido a la sobredispersión en los datos, se evaluaron distintas distribuciones candidatas para encontrar la que mejor describiera al conjunto total de datos y los valores ajustados de un modelo nulo (donde se evalúa la variable de respuesta en función de una constante). La evaluación se realizó a través del criterio de información de Akaike (AIC) y el criterio de información Bayesiano (BIC), que suelen fungir como indicadores de la bondad de ajuste de un modelo estadístico.

Los datos fueron evaluados sobre seis de las distribuciones más utilizadas para datos de conteo: Binomial negativa (tipos I y II), Poisson y Poisson Inversa Gaussiana (PIG), en conjunto con sus formas infladas con ceros (ZINBI, utilizando la función GAIC de la paquetería GAMLSS. Los valores obtenidos para los criterios indicaron que la distribución que mejor describía al conjunto de datos era la Binomial negativa I y II. Por parsimonia se eligió la Binomial negativa I. Los valores obtenidos para cada criterio se muestran en la siguiente tabla.

Tabla IV.12 Criterios de información (AIC y BIC) asociados al ajuste de todos los datos, evaluados sobre distintas distribuciones con un modelo nulo. Valores óptimos en negritas

<i>Criterio</i>	<i>Poisson</i>	<i>BNI</i>	<i>BNII</i>	<i>PIG</i>	<i>ZINBI</i>	<i>ZIP</i>
AIC	593.16	442.95	442.95	444.66	444.94	509.84
BIC	595.92	448.47	448.47	450.19	453.23	515.37

Modelos de regresión

Para determinar el modelo más adecuado al analizar el conjunto total de los datos, se realizó una prueba *stepAIC* en ambas direcciones, donde por cada iteración, se añadieron (*forward*) o removieron (*backward*) predictores en el modelo y se eligieron aquellos que arrojaran un valor más reducido para el AIC. Los predictores utilizados fueron Cenote y Zona, debido a que no se deseaba considerar a los efectos inducidos por la hora. El modelo resultante se muestra en la siguiente tabla, utilizando a Cenote [Tres bocas] y Zona [Cenote] como niveles de referencia.

El mismo procedimiento fue llevado a cabo para ajustar el modelo utilizando los datos procedentes de Tres Bocas, Pueblo de Estalagmitas, Tres Labios y Pilón. En este modelo, se consideraron los efectos inducidos por la interacción entre la zona y la hora. Los predictores utilizados fueron Cenote y Zona x Hora. El modelo resultante se muestra en tablas siguientes, utilizando a Cenote [Tres bocas] y Zona [Cenote] como niveles de referencia.

Tabla IV.13 Coeficientes estimados del modelo binomial negativo evaluado sobre los conteos de los ocho cenotes muestreados. Se muestra el error estándar, los intervalos de confianza, el valor *t* asociado, la probabilidad de ocurrencia bajo la hipótesis nula y estadísticos de la bondad de ajuste.

Modelo: $\log(\text{Frecuencia}) = \text{Cenote (8)} + \text{Zona (3)}$

Predictores	<i>ln(media)</i>	EE	<i>ln(IC)</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
μ (Intercepto)	-3.47	0.27	-3.99 – -2.94	-12.97	<0.001
σ (Intercepto)	-0.53	0.3	-1.13 – 0.06	-1.76	0.082
Tres bocas	Referencia				
Pueblo de estalagmitas	-1.02	0.42	-1.83 – -0.21	-2.46	0.016
Tres labios	-0.47	0.39	-1.24 – 0.30	-1.19	0.236
Zopilotes	-0.91	0.52	-1.92 – 0.10	-1.76	0.081
Guayas	0.85	0.4	0.06 – 1.64	2.12	0.036
Pilón	-0.21	0.34	-0.88 – 0.47	-0.6	0.547
Vaquería	0.57	0.42	-0.27 – 1.40	1.33	0.186
El increíble	0.61	0.46	-0.28 – 1.51	1.34	0.183
Zona[Cenote]	Referencia				
Zona[Caverna]	-1.49	0.26	-2.00 – -0.97	-5.67	<0.001
Zona[Fondo]	-1.69	0.28	-2.24 – -1.13	-5.97	<0.001
Observaciones	117				
AIC	402.189				

Tabla IV.14 Coeficientes estimados del modelo binomial negativo evaluado sobre los conteos de los ocho cenotes muestreados. Se muestra el error estándar, los intervalos de confianza, el valor *t* asociado, la probabilidad de ocurrencia bajo la hipótesis nula y estadísticos de la bondad de ajuste.

Modelo: $\log(\text{Frecuencia}) = \text{Cenote (4)} + \text{Zona (3)} \times \text{Hora (2)}$

Predictores	<i>ln(media)</i>	EE	<i>ln(IC)</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
μ (Intercepto)	-3.5	0.3	-4.09 – -2.90	-11.58	<0.001
σ (Intercepto)	-1.06	0.53	-2.10 – -0.02	-2	0.05
Tres bocas	Referencia				
Pueblo de estalagmitas	-1.07	0.38	-1.83 – -0.32	-2.79	0.007
Tres labios	-0.51	0.36	-1.22 – 0.20	-1.41	0.162
Pilón	0.08	0.34	-0.59 – 0.74	0.22	0.825
Zona[Cenote]	Referencia				
Zona[Caverna]	-1.42	0.43	-2.27 – -0.58	-3.3	0.002
Zona[Fondo]	-1.35	0.44	-2.21 – -0.49	-3.07	0.003
Zona[Caverna]:Hora[Noche]	-0.45	0.63	-1.68 – 0.78	-0.72	0.471
Hora[Día]	Referencia				
Hora[Noche]	0.3	0.34	-0.36 – 0.96	0.9	0.374
Zona[Fondo]:Hora[Noche]	-1.53	0.78	-3.06 – 0.01	-1.95	0.055
Observaciones	72				
AIC	227.135				

Interpretación

Para ser interpretados de manera adecuada (como tasas de incidencia), los coeficientes de cada modelo fueron exponenciados debido a que se encontraban en forma logarítmica (ver siguiente figura). Los valores predichos para los transectos de cada localidad se muestran de manera gráfica en figuras posteriores.

De acuerdo con el modelo general, únicamente se observaron diferencias estadísticamente significativas en las frecuencias observadas para el cenote Pueblo de Estalagmitas, mientras que el efecto de la zonación presentó diferencias para los tres niveles muestreados (cenote, caverna y cueva). Los valores predichos para el modelo se muestran en figuras posteriores y a partir de los coeficientes obtenidos, se puede interpretar lo siguiente:

- a) La distribución de los conteos bajo el modelo Binomial negativo I tuvieron una forma $Y \sim \text{PIG}(\mu, \sigma)$, donde $\mu = \exp(-3.47)$ y $\sigma = \exp(-0.53)$, con una media $E(Y) = \mu = 0.03$, y una varianza ajustada de $V(Y) = \mu + \mu^2/k = 0.59$.
- b) En el cenote Pueblo de Estalagmitas, la probabilidad de observar bagres disminuye al 36% por transecto respecto al resto de los cenotes.
- c) En el cenote Guayas la probabilidad de observar bagres en un transecto incrementa en un 235% respecto al resto de los cenotes.
- d) En la zona de la caverna, la probabilidad de detección de la especie disminuye al 23% respecto al cenote.
- e) En la zona cercana al fondo, la probabilidad de detección de la especie disminuye al 18% respecto a la zona del cenote.

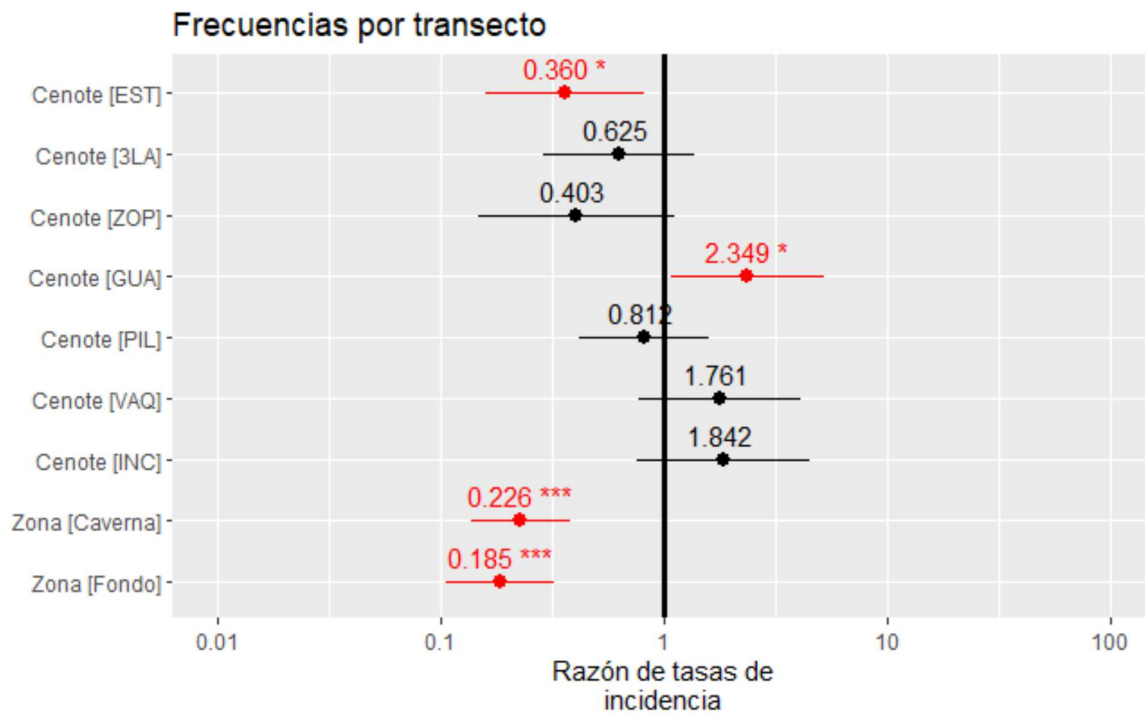


Figura IV.46 Coeficientes del modelo Binomial negativo I con las tasas de incidencia de los individuos de *R. guatemalensis* contabilizados en ocho cenotes. Únicamente los coeficientes marcados en rojo son estadísticamente significativos.

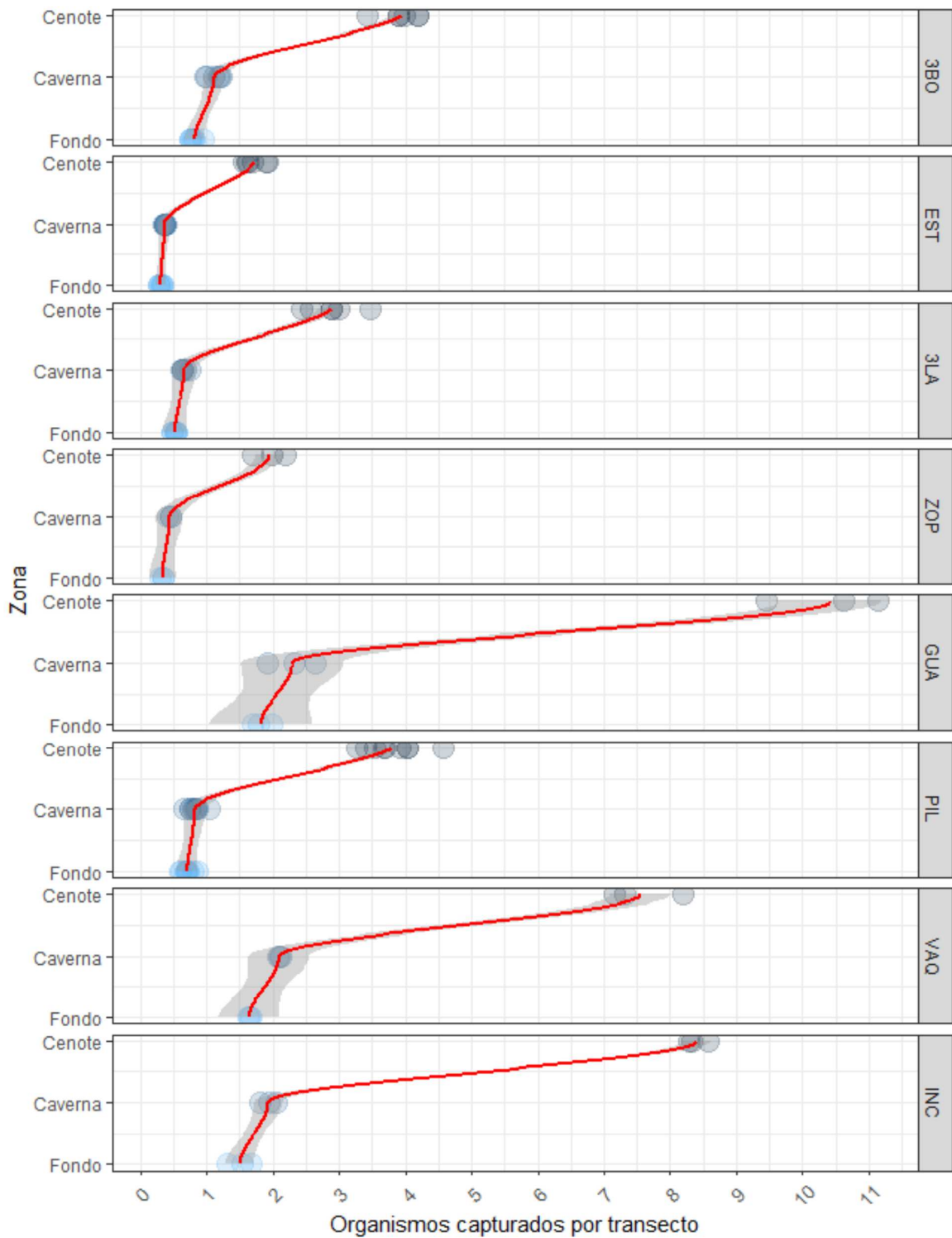


Figura IV.47 Valores predichos para las frecuencias de individuos por transecto (eje X) en la región del cenote, la caverna y la cueva (eje Y) para cada uno de los cenotes, de acuerdo con un modelo lineal generalizado con una distribución Binomial negativa I.

En el modelo utilizado para evaluar al efecto espaciotemporal, únicamente se observaron diferencias estadísticamente significativas en las frecuencias observadas en cada transecto para el cenote Pueblo de Estalagmitas, mientras que el efecto de la zonación presentó diferencias para los tres niveles muestreados (cenote, caverna y cueva). Los coeficientes del modelo se muestran en la siguiente figura; los valores predichos para el modelo se muestran en figuras posteriores. A partir de los coeficientes, se puede interpretar lo siguiente:

- f) La distribución de los conteos bajo el modelo Binomial negativo I tuvieron una forma $Y \sim \text{PIG}(\mu, \sigma)$, donde $\mu = \exp(-3.47)$ y $\sigma = \exp(-0.53)$, con una media $E(Y) = \mu = 0.03$, y una varianza ajustada de $V(Y) = \mu + \mu^2/k = 0.59$.
- g) En el cenote Pueblo de Estalagmitas, la probabilidad de observar bagres disminuye al 34% por transecto respecto al resto de los cenotes.
- h) En la zona de la caverna, la probabilidad de detección de la especie disminuye al 24% respecto al cenote por transecto.
- i) En la zona cercana al fondo, la probabilidad de detección de la especie disminuye al 26% respecto a la zona del cenote para cada transecto.
- j) No se observó un efecto inducido por la hora, ni por la hora en cada zona.

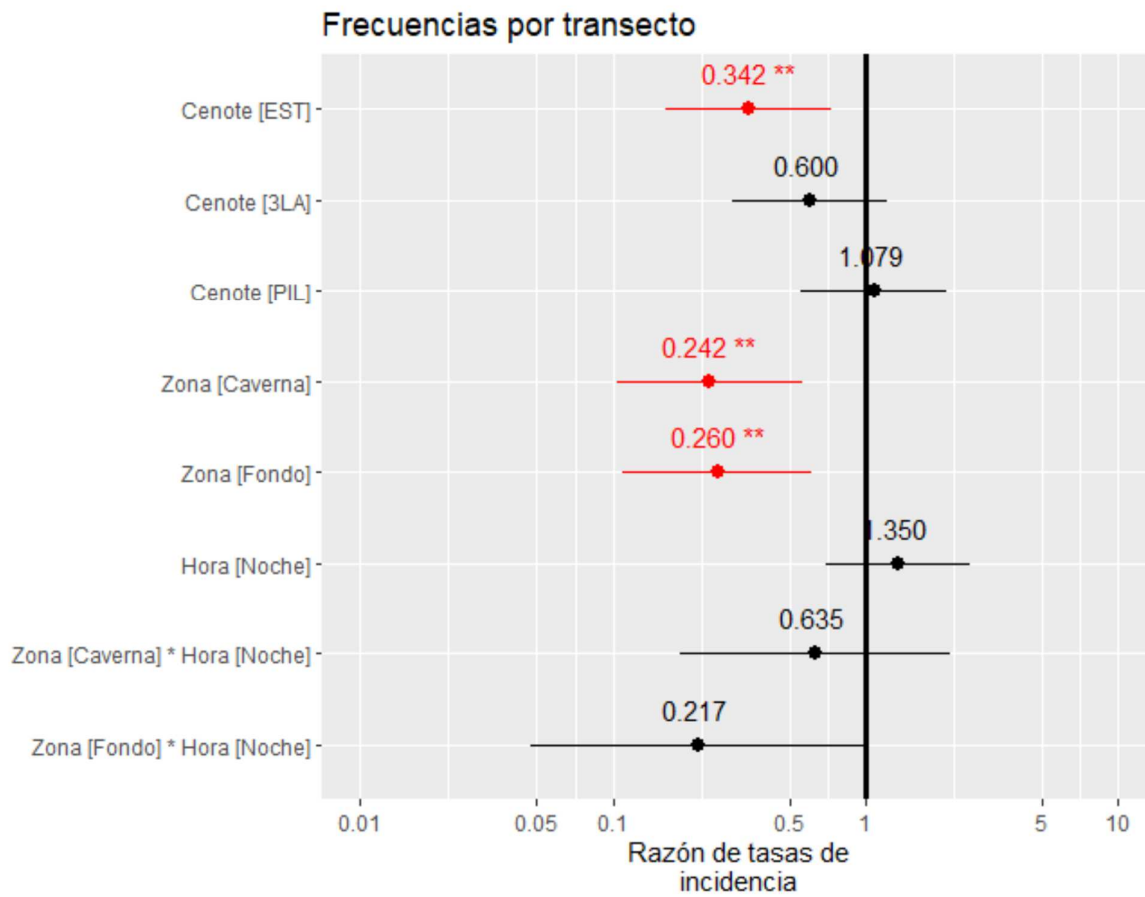


Figura IV.48 Coeficientes del modelo Binomial negativo I con las tasas de incidencia de los individuos de *R. guatemalensis* contabilizados en cuatro cenotes durante el día y la noche. Únicamente los coeficientes marcados en rojo son estadísticamente significativos.

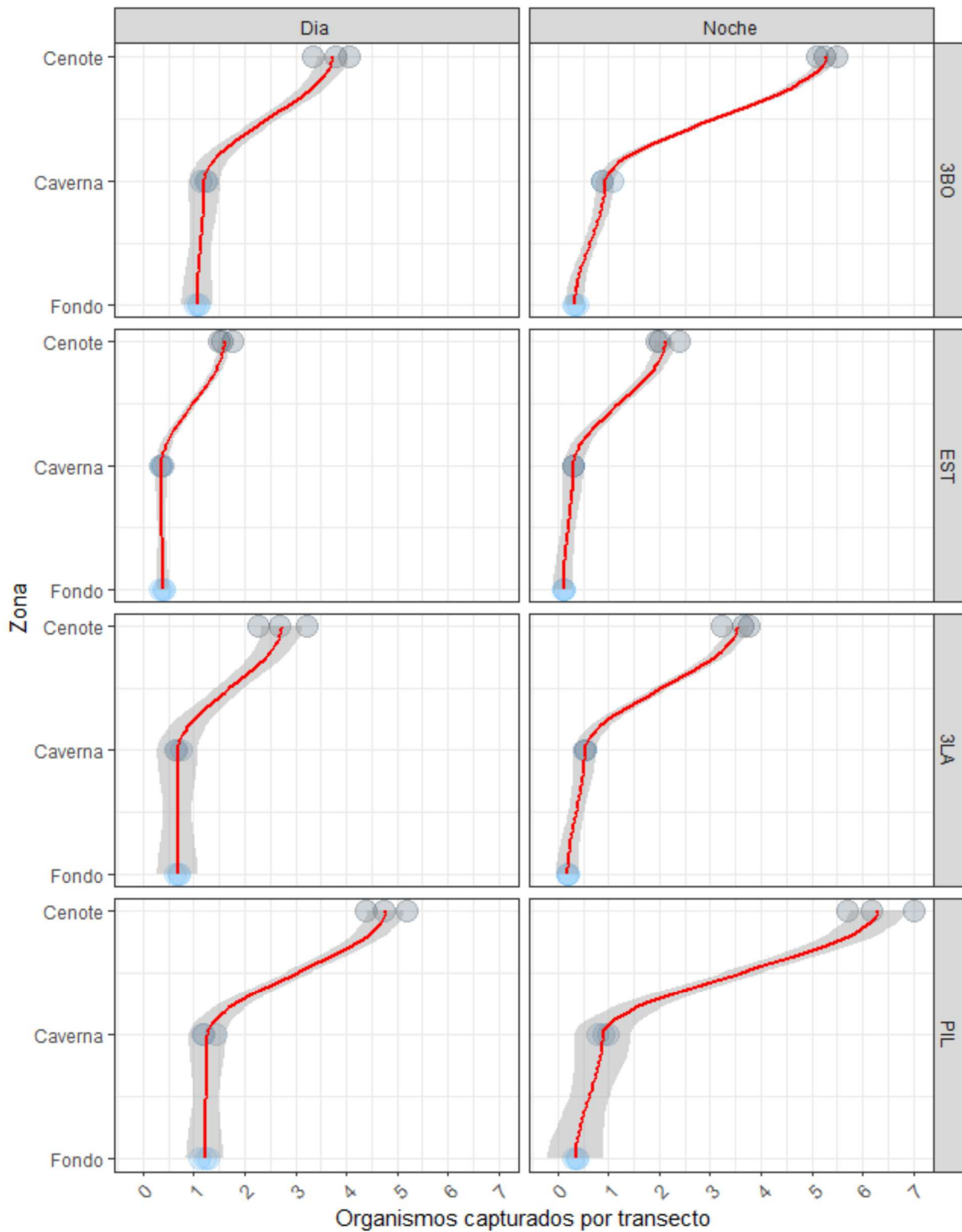


Figura IV.49. Valores predichos para las frecuencias de individuos por transecto (eje X) en la región del cenote, la caverna y la cueva (eje Y) por horario (columnas) para cada cenote (hileras), de acuerdo con un modelo lineal generalizado con una distribución Binomial negativa I.

Validación del modelo

Los valores ajustados del modelo general no exhibieron diferencias significativas de las frecuencias observadas ($\chi^2 = 1,257$, $p = >0.05$, $gl = 1232$) como se observa con un AIC de 402.19 y un error absoluto de 1.49. Para los residuales se obtuvo un promedio de 0.03 y una covarianza de -0.2, con una distribución que no difería de una normal ($W = 0.99$, $p = >0.05$), una varianza de 0.94 y una kurtosis de 3.27, que sugieren un comportamiento adecuado de los residuales como se muestra en la siguiente figura.

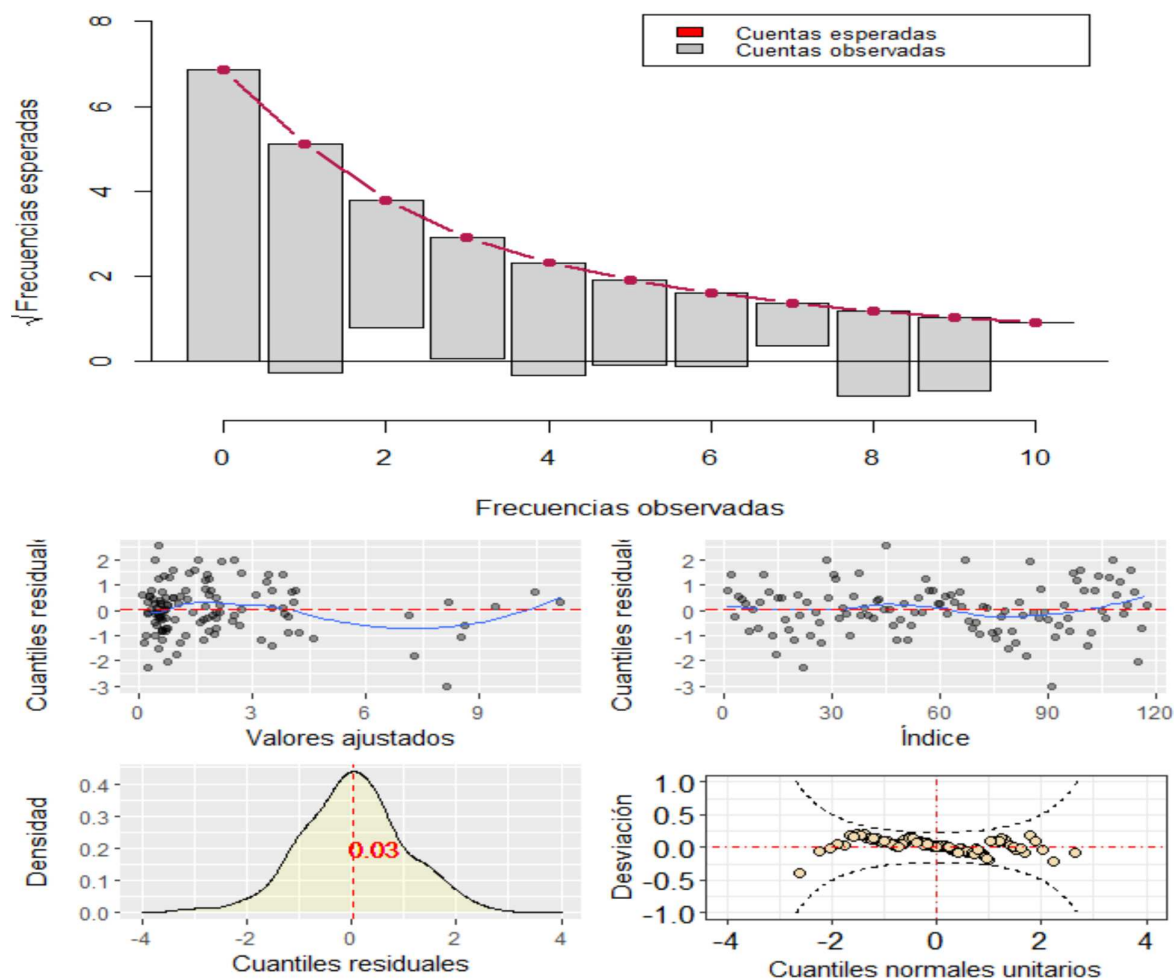


Figura IV.50. Gráficos para el modelo lineal generalizado: a) Se muestra una gráfica de la raíz cuadrada de los valores esperados (eje Y) y las frecuencias (eje X) de los valores ajustados para el modelo BNI, con una subestimación no significativa ($\chi^2 = 1,257$, $p = >0.05$, $gl = 1232$) de cuentas en las frecuencias con 1, 4, 8 y 10 cuentas. También se muestran gráficos de los valores ajustados (a) y el índice de las frecuencias en función de los cuantiles residuales (b), los cuantiles residuales en función de la densidad (c) y la normalidad de residuales del modelo (d).

Los valores ajustados del segundo modelo no difirieron de manera significativa de las frecuencias observadas ($\chi^2 = 644.72$, $p = >0.05$, $gl = 630$) como se observa en la X, con un AIC de 227.1349 y un error absoluto de 1.14. Para los residuales se obtuvo un promedio de 0.01 y una covarianza de -0.11, con una distribución que no difería de una normal ($W = 0.99$, $p = >0.05$), una varianza de 0.85 y una kurtosis de 2.75, que sugieren un comportamiento adecuado de los residuales como se muestra en la siguiente figura.

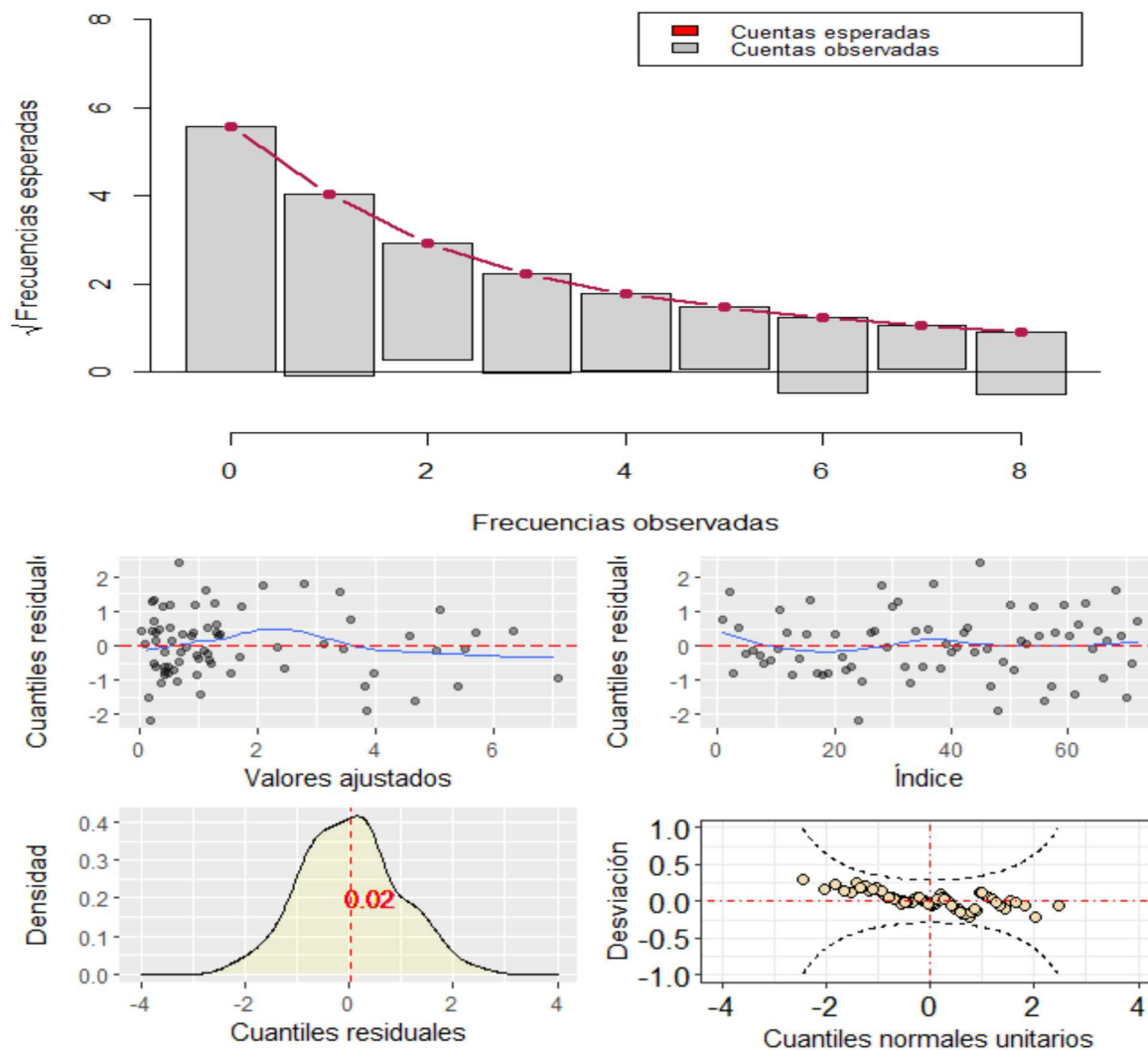


Figura IV.51 Gráficos para el modelo lineal generalizado: a) Se muestra una gráfica de la raíz cuadrada de los valores esperados (eje Y) y las frecuencias (eje X) de los valores ajustados para el modelo BNI, con una subestimación no significativa ($\chi^2 = 644.72$, $p = >0.05$, $gl = 630$) de cuentas en las frecuencias con 6 y 8 cuentass. También se muestran gráficos de los valores ajustados (a) y el índice de las frecuencias en función de los cuantiles residuales (b), los cuantiles residuales en función de la densidad (c) y la normalidad de residuales del modelo (d).

Biodiversidad

La diversidad íctica en ocho de los cenotes muestreados, consta potencialmente de dos especies: *Typhlias pearsei* (Hubbs, 1938), observada únicamente en una ocasión en el cenote Pilón, y *Rhamdia guatemalensis* (Günther, 1864), presente en el resto de los cenotes.

Sin embargo, estas especies co-ocurrieron con ocho especies representativas de la macrofauna cavernícola de los cenotes en Yucatán que, representan una fuente potencial de sustento alimenticio para la fauna íctica de estos ecosistemas. El cenote con la mayor diversidad de especies fue Tres Bocas, en contraste con Zopilotes, donde se avistó la menor cantidad de especies.

Durante el análisis de agrupación basado en la composición específica, se observó la separación de los cenotes en dos grupos principales (ver siguiente figura): el primero conformado por Tres Labios, Zopilotes, Guayas y Pilón, el segundo por Tres Bocas, Pueblo de Estalagmitas, Vaquería y El Increíble, con una diferencia del 30% en su composición. Con el análisis de coordenadas principales (PCO), se determinó el grado de afinidad entre los cenotes. Las primeras dos coordenadas principales explicaban cerca del 88% de la variación en los datos, que además permite la detección de la asociación entre los cenotes Tres Bocas, Vaquería, El Increíble y Guayas, a diferencia de Pilón y Zopilotes con un patrón de composición distintivo.

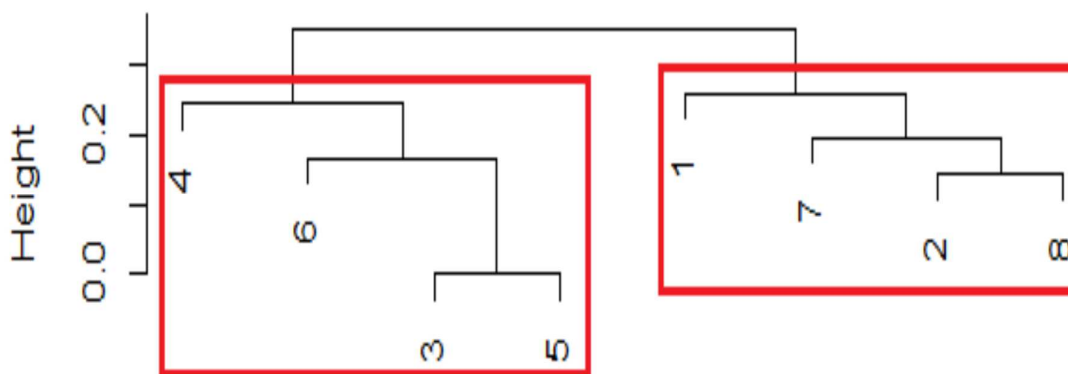


Figura IV.52 Dendrograma obtenido a partir de un análisis de agrupación no jerárquica utilizando el índice de Jaccard como medida de asociación.

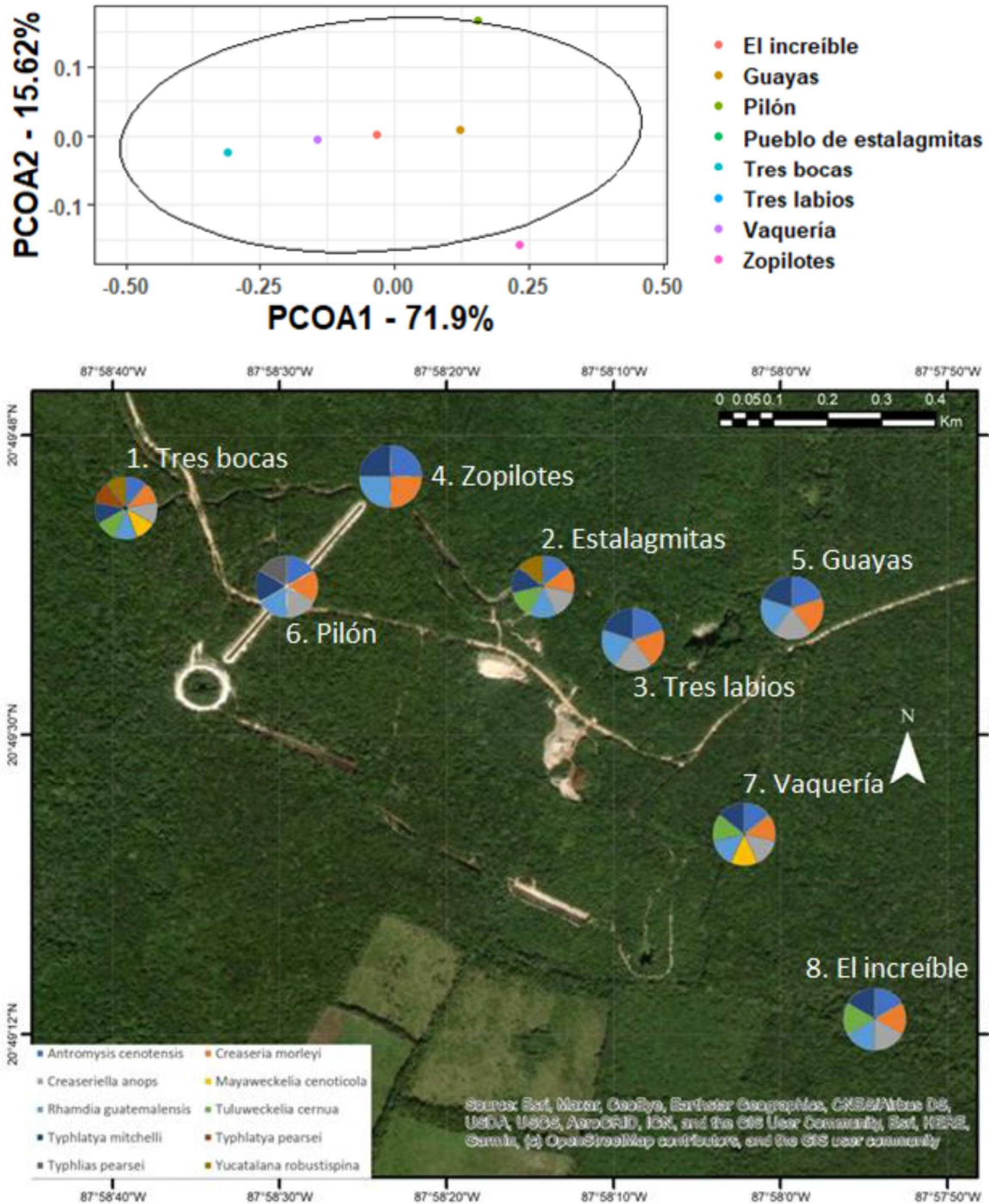


Figura IV.53 En la parte superior se muestra un diagrama de dos primeras coordenadas de un análisis de coordenadas principales (PCO). En la parte inferior, se muestra un mapa con las especies observadas en ocho cenotes del desarrollo ecoturístico Xibalbá durante la temporada de nortes del 26 de noviembre al 15 de diciembre de 2021.

Finalmente es importante mencionar que del total de las diez especies identificadas únicamente dos corresponden a peces (una estigobia y una epigea), de los cuáles para *Typhlias pearsei* únicamente se encontró un individuo en cueva alejado de la zona fótica (cenote), y en donde se pretenden llevar a cabo la operación de las obras sancionadas (ver siguiente figura).



Figura IV.54 Fotografías de *Typhlias pearsei* durante el nado. Fotografías tomadas por Bejamín Magaña

Typhlias pearsei es una especie endémica de la península de Yucatán considerada especie en peligro de extinción debido a su distribución restringida (<500 km²), pero el número de cenotes es incierto y la magnitud de las amenazas a la persistencia de su hábitat potencial no se comprende en su totalidad.

Es una especie vicariante de agua dulce que habita cenotes y cuevas inundadas en la porción norte de la península, en los estados de Yucatán y Quintana Roo (Miller et al 2005). El número actual de cenotes donde la especie habita se desconoce en la actualidad. Sin embargo, estudios recientes han extendido su número de registros a 36 sitios en la actualidad. El tamaño poblacional de esta especie se desconoce. Sin embargo, debe ser relativamente pequeño dado su papel dentro de la trama trófica, donde ocupa el lugar del depredador tope (Pohlman et al., 1997) y la baja cantidad de individuos que suelen observar los espeleobuzos (<5-10).

Se desconocen las tendencias poblacionales, pero debe estar influenciada por la degradación en la calidad de agua que sufre la península (Schmitter Soto, 1998, (Proudlove et al., 2001), Miller et al 2005, Ceballos et al 2016, Barrientos-Medina y Gasca Tenorio 2017). Las principales amenazas para esta especie se asocian con la

destrucción, modificación o reducción del hábitat del taxón (Jelks et al 2008). Cabe mencionar que el proyecto no pretende la destrucción de su hábitat, por el contrario, mediante diversos programas busca un desarrollo ecoturístico sustentable y respetuoso de los componentes ambientales.

El hábitat de esta especie está restringido a los ecosistemas subterráneos del norte de la península de Yucatán, con cuerpos de agua con buena visibilidad y fondos rocosos o lodosos, con profundidades menores a 1 m (Miller et al 2005). La especie ha sido observada hasta los 60 m de profundidad en cuevas inundadas con temperaturas que van de los 22-26°C (Schmitter soto 1996). Sin embargo, la especie también ha sido observada en cenotes afóticos dentro de cuevas. Cabe destacar que, en Yucatán, algunos cenotes de fácil acceso donde habita la especie han sido impactados de manera severa con residuos sólidos por los habitantes locales, mientras que en Quintana Roo, se ha observado principalmente en cuevas inundadas con aguas claras (Schmitter Soto, 2018).

IV.4.3. Componentes del proyecto referidos en la resolución de PROFEPA.

Mediante las siguientes imágenes tomadas en campo, se pretende evidenciar las condiciones de los componentes ambientales en donde se busca obtener la autorización en materia de impacto ambiental, únicamente para la **operación de las obras y actividades del proyecto.**

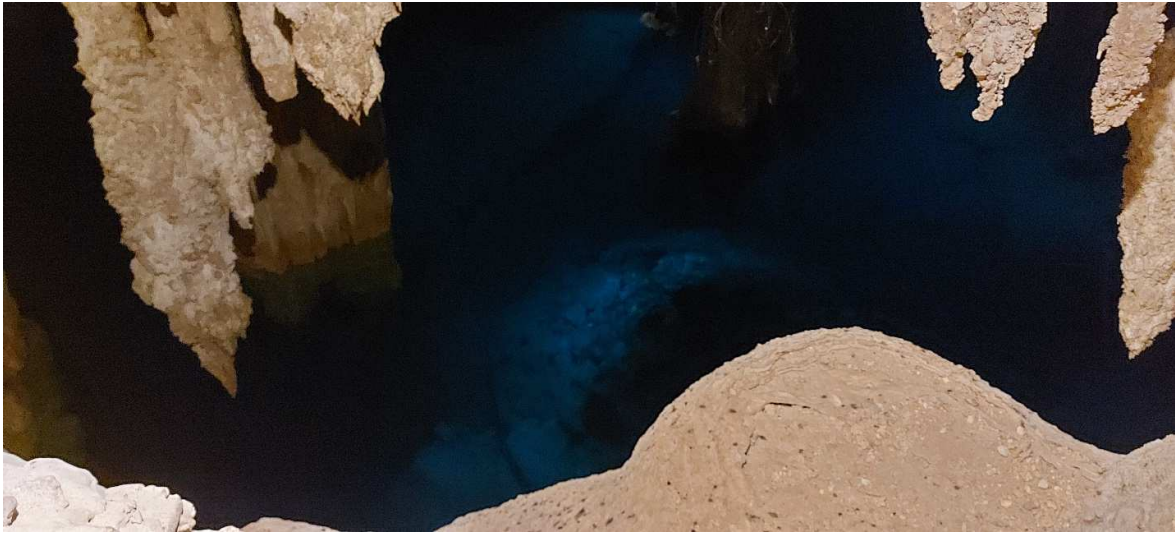


Figura IV.55 Cenote Tres Bocas.

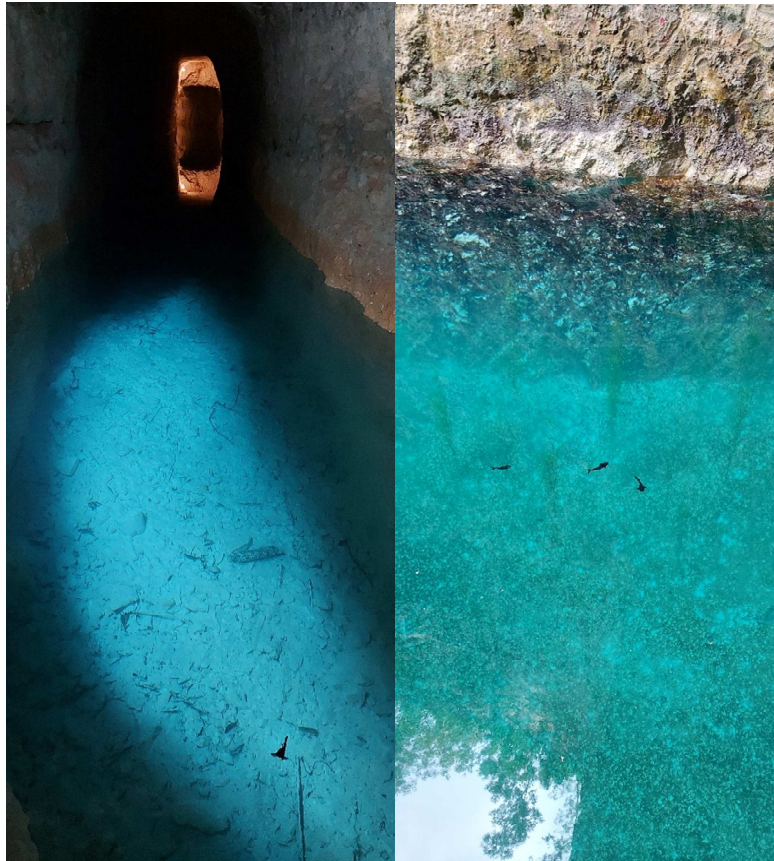


Figura IV.56 Tunel Tres Bocas

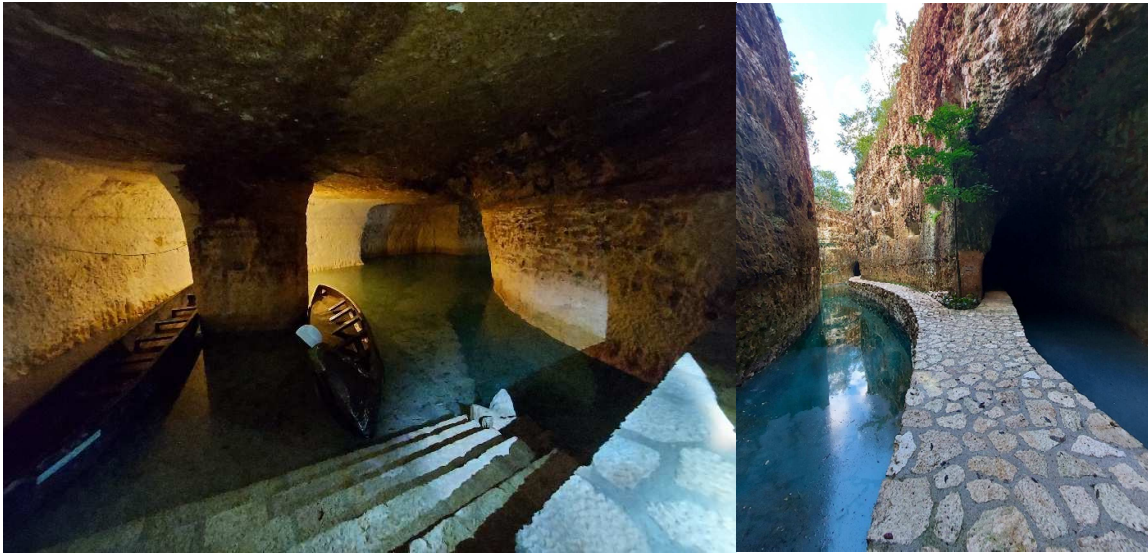


Figura IV.57 Area de kayaks.

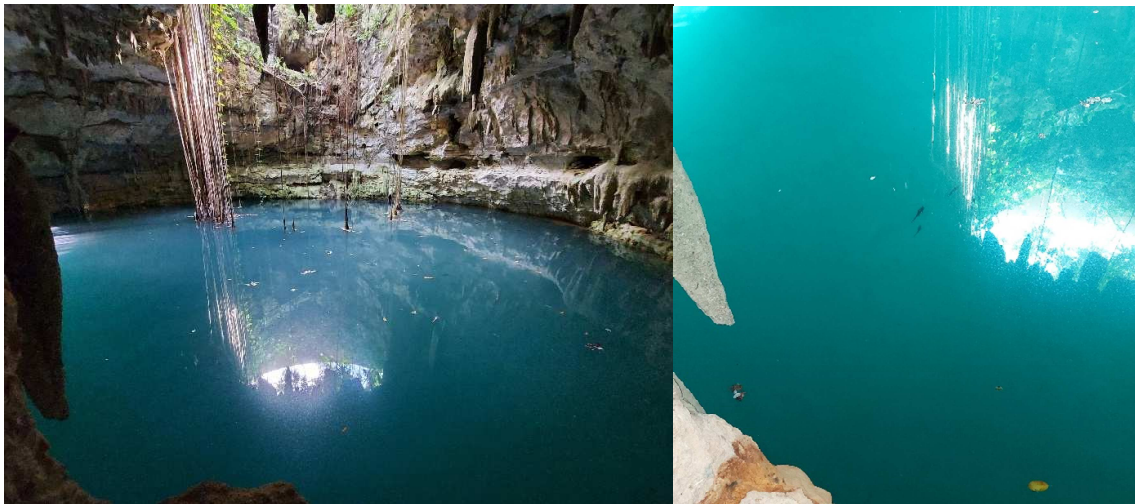


Figura IV.58 Cenote Zopilotes. Lado derecho se observan unos individuos de R. guatemalensis.



Figura IV.59 Izq. Andador Zopilotes/ Der. Tienda Zopilotes.



Figura IV.60 Area de agua tienda Zopilotes.



Figura IV.61 Area de tirolesa.

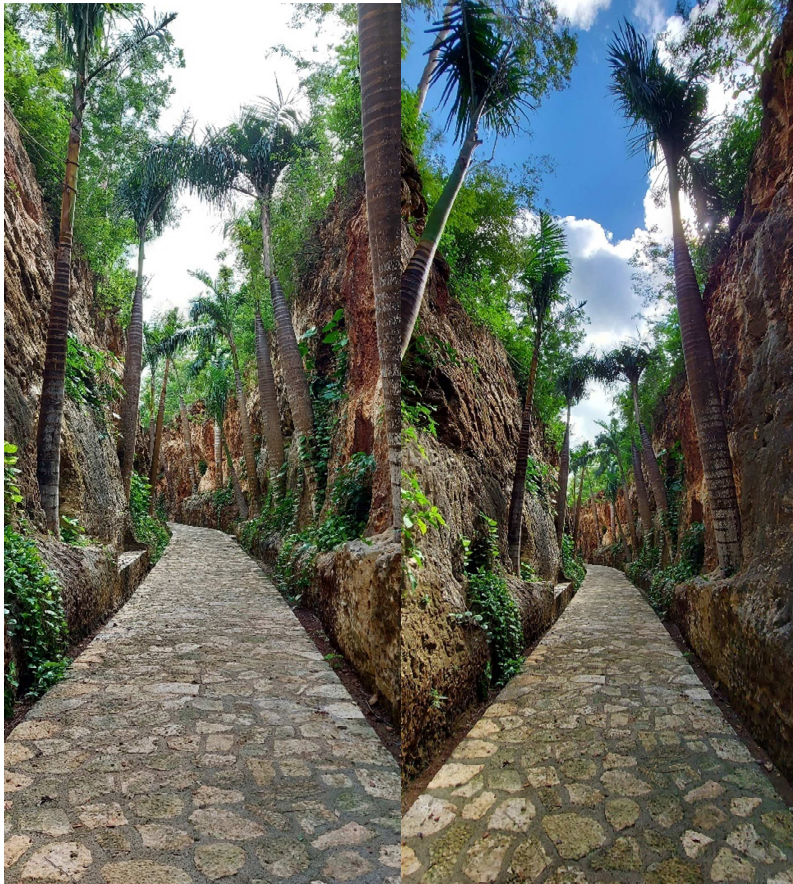


Figura IV.62 Pasillo palmas (individuos de Roystonea regia).



Figura IV.63 De Izq. a Dere.:Cenote Pueblo de Estalagmitas/escaleras de descenso/tunel respiradero.



Figura IV.64 De Izq. a Der.:Cenote Tres Labios/escaleras de descenso/tunel andador



Figura IV.65 Rehollada /pasillo rehollada.



Figura IV.66 De Izq. a Der.: Cenote Guayas/ escaleras de descenso/tunel.



Figura IV.67 Cenote Vaquerias/tunel acceso.

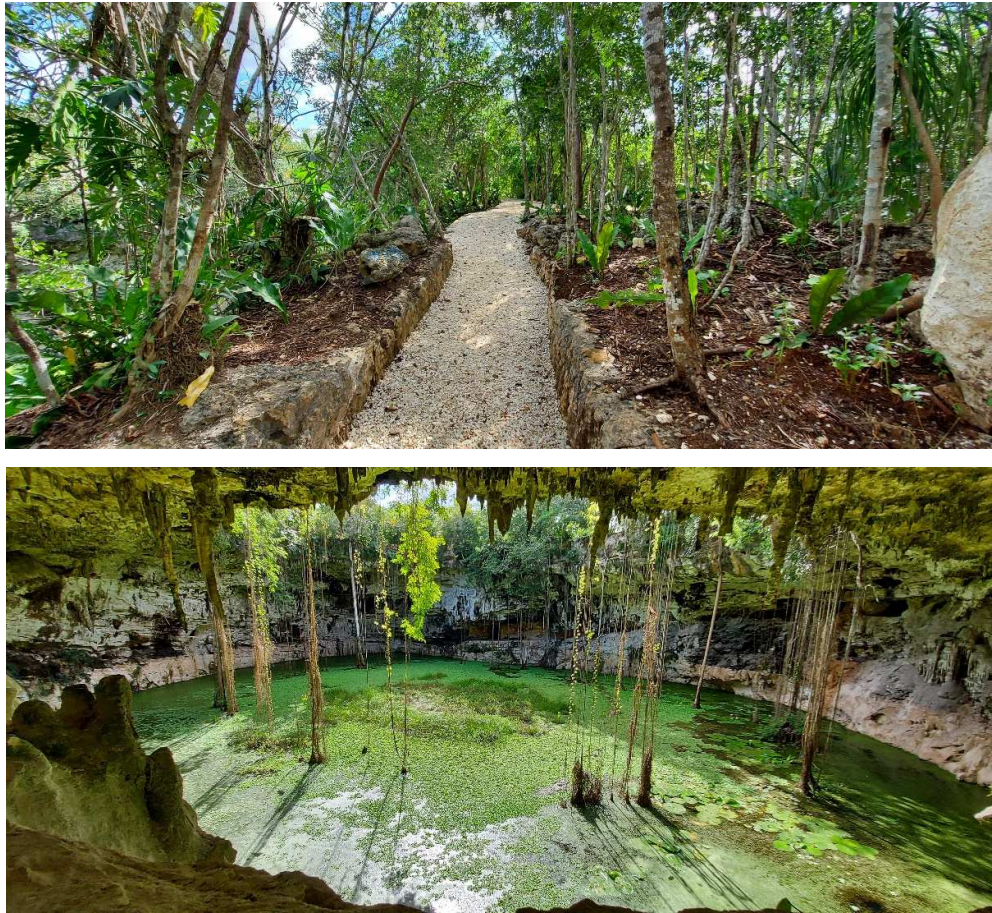


Figura IV.68 Camino a cenote Pastizales / Cenote Pastizales.

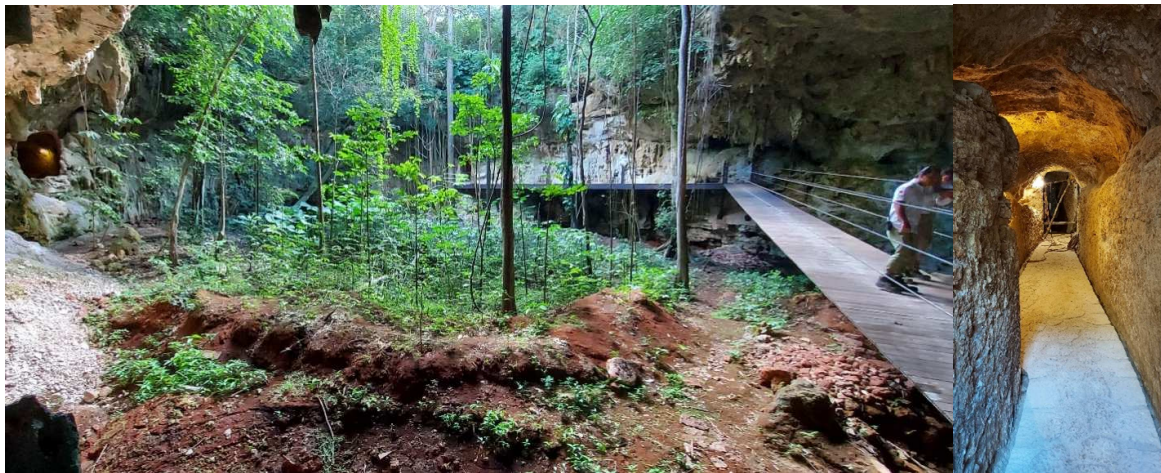


Figura IV.69 Aviario/ tunel pasillo

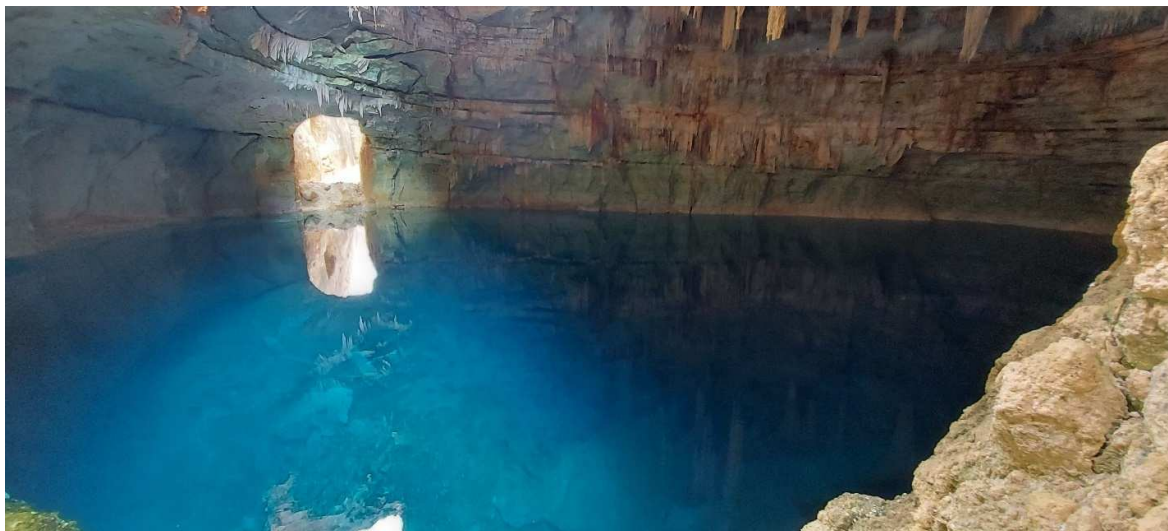


Figura IV.70 Cenote Pilón

Como se pudo observar y evidenciar en las imágenes anteriores, en todos los sitios de las obras asociadas al proyecto, mismas que se encuentran sancionadas, pese a que los componentes ambientales naturales se encuentran modificados o incididos, y en algunos casos sustituidos por infraestructura, aún existe la presencia de especies nativas como *R. guatemalensis*, inclusive en cuerpos de agua artificiales (área de kayaks, rehollada), así como la dominancia de vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia en la zona terrestre. Lo anterior, puede presumir que pese a las modificaciones realizadas aún existen condiciones propicias para el desarrollo, establecimiento y mantenimiento de flora y fauna local, misma que será permanentemente monitoreada durante el desarrollo y operación del proyecto (ver Capítulo VI)

IV.4.4.Componentes del proyecto por construir.

IV.4.4.1 Antena de comunicación

Mediante la siguiente imagen se muestran las condiciones del área en donde se pretende la ubicación de la antena de comunicación, misma que actualmente se encuentra incidida por obras y actividades asociadas al proyecto.

Así bien, es importante mencionar, que si bien, las condiciones del área se encuentran modificadas por obras autorizadas, la vegetación presente corresponde a vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia, misma que es dominante no solo en el área de influencia, sino dentro del mismo SA.

En este sentido, se señala que las especies presentes corresponden a aquellas características de este tipo de vegetación, como son *Bursera simaruba*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Caesalpinia gaumeri* y *Piscidia piscipula*, entre otras.



Figura IV.71 Condiciones de área en donde se pretende la antena de comunicación.

IV.4.4.2 Camino

En lo que corresponde a la superficie propuesta para la construcción del camino, esta sustenta vegetación de tipo secundaria correspondiente a selva mediana subcaducifolia con un bajo grado de conservación, tal y como se evidencia mediante la siguiente imagen, misma que se incluye de manera anexa para mayor apreciación.



Figura IV.72 Ubicación de camino.

Es importante señalar que el tipo de vegetación que será afectada por las actividades de construcción del camino, muestra una amplia cobertura dentro del Desarrollo Ecoturístico Xibalbá, área de influencia, SA y península biótica de Yucatán. Es decir, las especies presentes de flora no se restringen al área del proyecto y estas cuentan con una amplia distribución.

En lo referente a las especies de fauna que se asocian a este tipo de vegetación, se considera que ya han sido ahuyentadas o desplazadas de manera previa, lo anterior como resultado de las actividades constructivas del Desarrollo Ecoturístico, toda vez que la mayoría de las especies con capacidad de movimiento (mamíferos menores y mayores, así como aves), buscan zonas mayormente conservadas y alejadas del tránsito de personal y maquinaria.

Por lo anterior, es de esperarse que la diversidad faunística de la superficie propuesta para el camino sea menor que la definida en estudios previos, y en donde se prevé se pueden encontrar aun especies generalistas y tolerantes a la actividad y presencia humana.

Independientemente del punto anterior, el proyecto pretende la implementación de medidas y programas que promuevan la conservación y protección de especies, tanto de flora como de fauna, principalmente de aquellas de lento desplazamiento (herpetofauna) o que se encuentren bajo alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

IV.4.4.1 Módulo de baños

Referente a las condiciones presentes en la superficie propuesta para el módulo de baños, se tiene que estas de igual manera se encuentran previamente modificadas por las actividades asociadas al Desarrollo Ecoturístico. Lo anterior, se evidencia con la siguiente imagen y en donde se puede observar por un lado, áreas desprovistas de vegetación y por otro lado, vegetación incidida por las actividades propias del desarrollo Ecoturístico Xibalbá.



Figura IV.73 Condiciones del área propuesta para la construcción del módulo de baños.

Al igual que para los componentes ambientales presentes en el área de la antena y camino, es de esperarse que la diversidad faunística presente sea menor que la definida en estudios previos, y en donde se prevé se pueden encontrar aun especies generalistas y tolerantes a la actividad y presencia humana.

IV.5 Diagnóstico ambiental

El proyecto se ubica en el estado de Yucatán, dentro del municipio Valladolid, dentro de área modificada, debido a que en la actualidad se encuentra en proceso constructivo el Proyecto Desarrollo Ecoturístico Xibalbá, al amparo de una serie de autorizaciones en materia de CUSTF e impacto ambiental. En este sentido, se tiene que la mayoría de los componentes naturales presentes tanto en el SA, área de influencia, como en el área del proyecto, se encuentran previamente modificados, o en el mejor de los casos, incididos por las actividades turísticas.

De acuerdo con la ubicación espacial del proyecto, se determinó que tanto el SA, como el área de influencia y el área del proyecto no inciden dentro de ninguna región prioritaria, sumado a lo anterior, se tiene que al ser un proyecto de tipo puntual dentro de una área previamente modificada, tampoco afecta de manera indirecta los procesos que dan funcionalidad a aquellas que se encuentran más próximas. Asimismo, se desarrolla empleando las mejores técnicas acordes al sitio y en completo apegado a la normatividad del estado y municipio.

Es importante mencionar que el proyecto pretende obtener la autorización para la operación de obras ya ejecutadas, es decir áreas previamente impactadas, así como la construcción de un camino, antena de comunicación y módulo de baños, como obras nuevas, en zonas donde los componentes ambientales presentes corresponden a aquellos de mayor dominancia dentro del área de influencia y SA y que de igual manera se encuentran previamente incididos por los procesos constructivos, obras y actividades asociadas al proyecto.

Por otro lado, de acuerdo con la carta de Uso de Suelo y tipos de vegetación (Serie VI) del INEGI, se obtuvo que dentro del SA el uso de suelo dominante corresponde a pastizal cultivado (51.26%), en tanto a los tipos de vegetación presentes, conforme al INEGI se considera un solo tipo de vegetación que corresponde a vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia.

Respecto al área del proyecto, las cartas de INEGI consideran al sitio del proyecto (obras sancionadas y obras nuevas) como pastizal cultivado y vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia; sin embargo, es importante reiterar que la mayoría de las obras (sancionadas) se encuentran de manera subterránea por lo que estas corresponden a cuerpos de agua (cenotes), o áreas desprovistas de vegetación, hecho que fue confirmado mediante los recorridos en campo. Cabe mencionar que las áreas desprovistas de vegetación son resultado de las diversas obras y actividades (CUSTF) autorizadas que se han desarrollado de manera previa en el área.

Mediante las siguientes imágenes se puede observar como el área del proyecto se encuentra modificada, debido a que en la actualidad se encuentra en proceso constructivo el Proyecto Desarrollo Ecoturístico Xibalbá, asimismo mediante un acercamiento se aprecia las áreas carentes de vegetación y mismas que en su mayoría corresponden a caminos.

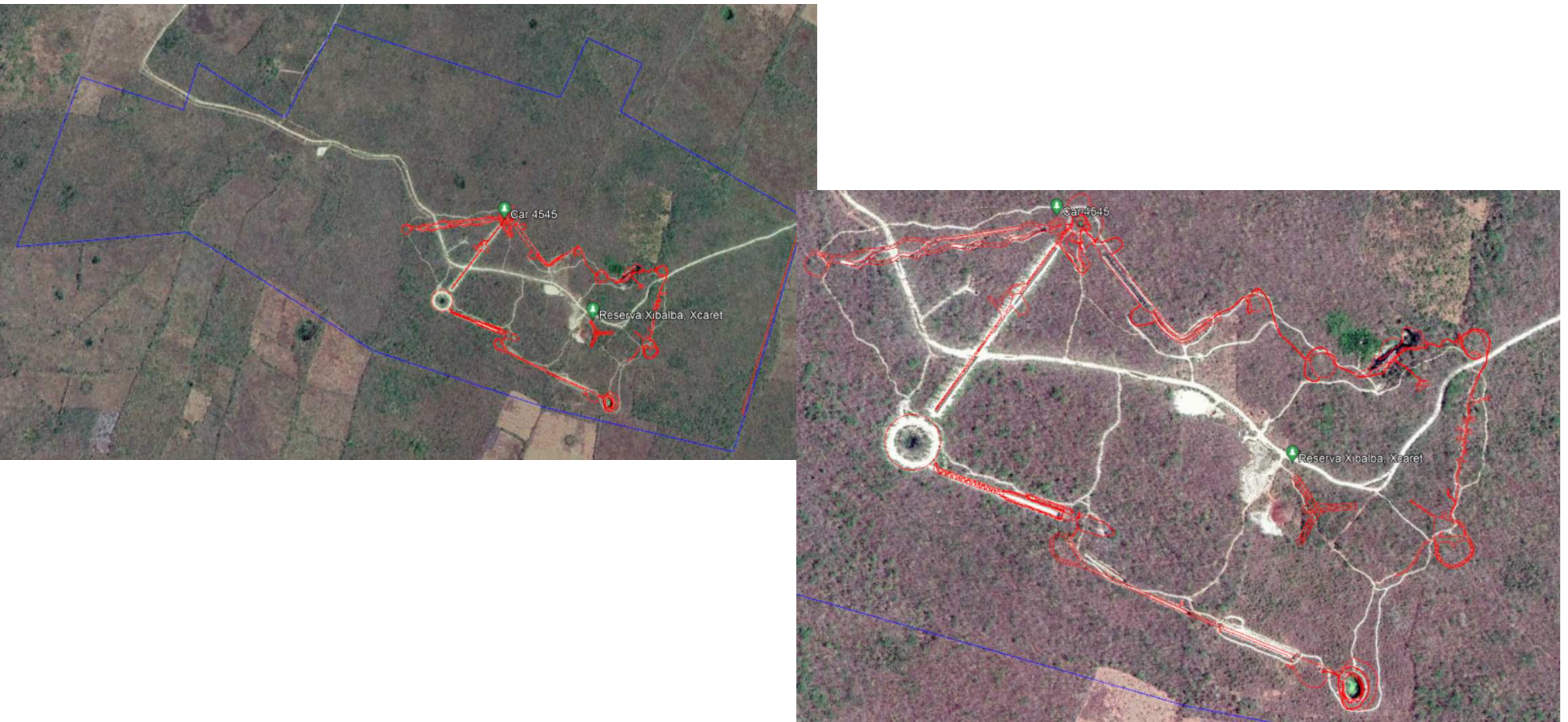


Figura IV.74 Polígono del proyecto (polígono azul), Obras sansionadas y obras nuevas (polígono rojo).

Por otro lado, mediante la siguiente imagen se muestran las superficies que ya cuentan con autorización en materia de CUSTF.

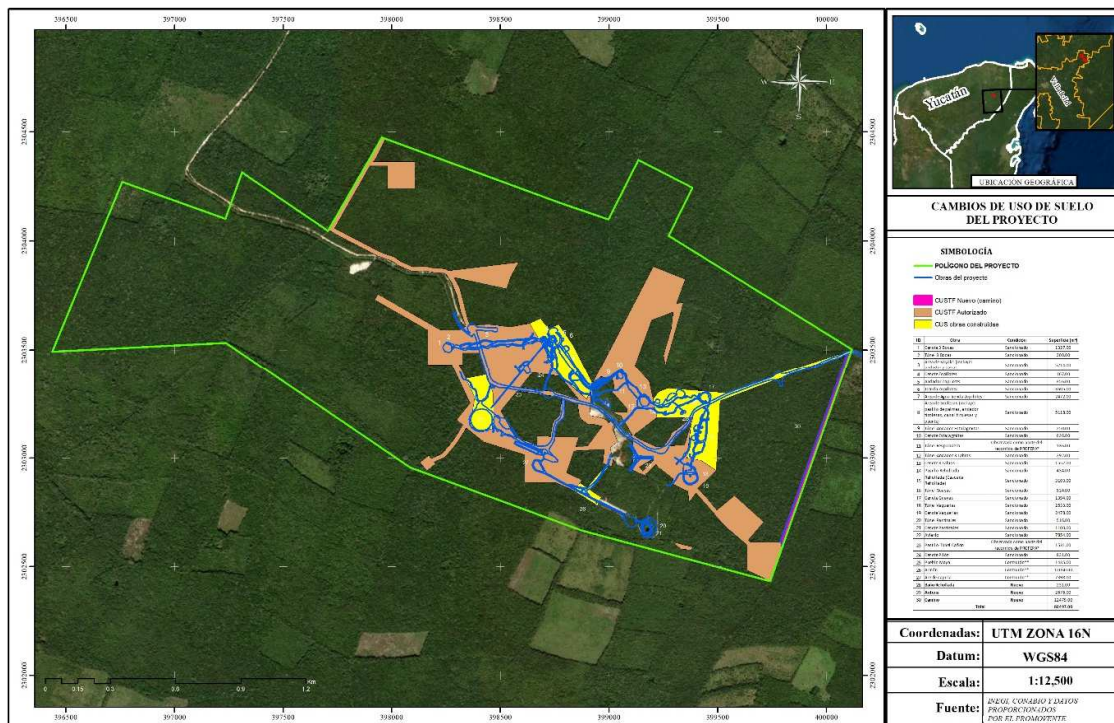


Figura IV.75 Áreas con autorización de CUSTF.

Referente a los registros de vegetación dentro del SA, si bien la bibliografía reporta un número mayor de especies (191), conforme a los recorridos de campo se identificaron únicamente 98, este hecho se asocia a que el área se encuentra previamente modificada y con autorización en CUSTF, misma que si bien se desarrolla de forma ordenada, su implementación incide en los componentes naturales originales como es la vegetación.

En lo que refiere al área del proyecto, mediante el trabajo de campo previo se identificaron un total de 51 especies, en donde en términos generales para los estratos arbóreo y arbustivo la diversidad es considerada como media-alta, y únicamente para el estrato herbáceo la diversidad es considerada baja.

Al igual que para el SA, la diversidad identificada en el área del proyecto es el resultado de las diferentes actividades tanto turísticas que se realizan en el Desarrollo Ecoturístico,

como pecuarias y agrícolas que se han realizado de manera histórica en la zona, incluyendo en ellas las superficies desprovistas de vegetación, que corresponden principalmente a infraestructura de apoyo como son caminos.

Por otro lado, se tiene que tanto para el SA como área del proyecto, se identificaron mediante el trabajo de campo un total de dos especies bajo alguna categoría de riesgo por la NOM-059-SEMARNAT-2010; *Cedrela odorata* y *Spondias radlkoferi*, mismas que considera la bibliografía. Cabe mencionar, que la especie *Cedrela odorata* identificada bajo categoría de riesgo, es una especie de fácil reproducción y que en algunos casos se usan para actividades de reforestación, en donde su distribución va más allá de los límites del SA. Independientemente de lo anterior, el proyecto pretende la implementación de programas de rescate y reubicación, con el fin de reducir los impactos a las poblaciones de dichas especies.

Por otro lado, de acuerdo al I.V.I conforme a cada tipo de vegetación dentro del SA se tiene que *Bursera simaruba*, *Piscidia piscipula*, *Caesalpinia gaumeri* y *Gymnopodium floribundum* son las especies con mayor valor de importancia.

En lo que corresponde al área del proyecto de acuerdo al I.V.I de estudios previos se tiene que las especies *Bursera simaruba*, *Caesalpinia gaumeri*, *Enterolobium cyclocarpum* y *Piscidia piscipula* son las de mayor importancia. Cabe mencionar que dichas especies presentan un amplio rango de distribución.

Finalmente, en lo que a flora se refiere, es importante mencionar que del total de las especies registradas mediante los trabajos de campo previamente realizados, se distribuyen en su totalidad dentro del SA y en algunos casos más allá, por lo que la ejecución del proyecto en ningún momento compromete su permanencia en el SA o área de influencia.

Referente a la fauna de acuerdo con la revisión bibliográfica y la consulta de bases de datos de biodiversidad, se registran bibliográficamente un total de 96 especies incluidas en 5 clases. La clase aves es la que mayor número de especies con 83, seguida de la clase reptilia 5 especies, clase Mammalia con 4 especies, Actinopterygii con 1 especies y finalmente Amphibia con una especie, de acuerdo con los datos obtenidos, las clase

dominante en el SA y en polígono del proyecto reportadas bibliográficamente son aves según la información consultada. Por otro lado, de estas especies potenciales se encontró que 7 se encuentran bajo una categoría de riesgo por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Referente a los trabajos de campo previos, dentro del SA se identificaron un total de 92 especies, contenidas en cuatro clases: aves (76 especies), anfibios (uno), reptiles (cuatro) y mamíferos (once). Para el polígono del proyecto en zona terrestre se identificaron 99 especies, distribuidas en 4 clases: Aves (69), Anfibia (3), Mammalia (20) y Reptilia (7).

Como ocurre en la mayoría de inventarios de fauna (principalmente terrestre), el grupo de las aves es el de mayor número de especies, derivado de la actividad que presenta este grupo. Por otro lado, la baja diversidad responde al grado de perturbación que tiene el área o incidencia de las actividades antrópicas, lo que coincide con el hecho de estar dentro del Desarrollo Ecoturístico Xibalbá.

En lo que respecta la diversidad para el polígono del proyecto, se tiene que la herpetofauna muestra una diversidad media conforme al índice de Margalef (3.24), la clase de aves tuvo una diversidad alta (12.42) y finalmente la clase de mamíferos obtuvo una diversidad media-baja.

Es importante reiterar que los resultados obtenidos de los estudios de campo corresponden no solo al área del proyecto sino también al área de influencia, asimismo estos fueron realizados de manera previa a las obras y actividades que actualmente se encuentran autorizadas. Es decir, las condiciones de los componente ambientales (flora y fauna) actualmente se encuentran modificados por lo que es de esperar una riqueza y abundancia menor de especies.

En lo que corresponde a la zona de cenotes, es decir la estigofauna se identificaron 10 especies, siendo que el 30% de las mismas se registró dentro de todos los cuerpos de agua.

Es importante mencionar que en el predio correspondiente al Desarrollo Ecoturístico Xibalbá, existen aproximadamente 30 cenotes, de los cuales únicamente 8 fueron incididos por las obras sancionadas. No obstante, la composición faunística en estos cenotes está representada por fauna cavernícola característica de los cenotes (Reddell, 1977; Schmitter-Soto et al., 2002) y con los datos obtenidos es posible realizar un estudio preliminar de la presencia y los hábitos de algunas especies que conforman a la comunidad de los cenotes.

Asimismo, se tiene que la riqueza de especies íctica en estos ocho cenotes es baja en comparación con otros ecosistemas costeros (Kú-Silveira, 2017) y está conformada por dos especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010: *Typhlias pearsei* (Hubbs, 1938) catalogada como en peligro de extinción y *Rhamdia guatemalensis*, como sujeta a protección especial. Lo anterior, debido a las amenazas que presentan los ecosistemas que habita, acciones que no pretende la ejecución del presente proyecto.

Por otro lado, se tiene que la baja riqueza de estos ecosistemas se debe principalmente a las características geohidrológicas de los ecosistemas subterráneos y de sus variables fisicoquímicas, volviéndolos ecosistemas difíciles de colonizar por la ictiofauna con poca disponibilidad de alimento, tasas de productividad primaria reducida y concentraciones de oxígeno reducidas en el cuerpo de agua (Niemiller y Soares, 2015; Schmitter-Soto et al., 2002).

Cabe mencionar, que los hallazgos en este trabajo sugieren que los peces del género *R. guatemalensis* exhiben una distribución preferencial por el área del cenote y tienen una detectabilidad diferencial entre cenotes, siendo significativamente mayor en Guayas y menor en Pueblo de estalagmitas, al compararse con el resto de los cenotes. Durante la evaluación de los patrones de distribución de la especie procedentes de Tres bocas, Pueblo de estalagmitas, Pílon y Tres labios, no se observó un efecto significativo del horario sobre la distribución de los organismos en diferentes zonas, pese a que *R. guatemalensis* es una especie de hábitos nocturnos (Schmitter-Soto, 1996). No obstante, los intervalos de confianza para los coeficientes obtenidos sugieren una alta variación en la detectabilidad de la especie en la zona del fondo durante la noche.

El aumento de la detectabilidad de la especie en el cenote Guayas puede estar ligado a la morfología del cenote. Al ser la única localidad con menos de 10 m de profundidad máxima, es probable que el incremento observado se deba a una reducción en el tamaño del cenote y no a un incremento en el tamaño poblacional, ni en las oportunidades presentes dentro del ecosistema, orillando a los peces a utilizar los hábitats disponibles dispuestos en un menor volumen. Esto es particularmente notorio al analizar los conteos de otros cenotes como Tres bocas, con >50 m de profundidad, donde no hubo un efecto semejante.

Debido a que no se tiene información respecto a otras variables ecológicas ni ambientales de los cenotes visitados, es difícil puntualizar la razón por la cual la detectabilidad de *R. guatemalensis* en el cenote Pueblo de Estalagmitas sea menor. No obstante, existen diversas explicaciones potenciales para este fenómeno, por ejemplo: 1) que de manera natural, exista una menor densidad de peces en esta localidad en comparación al resto; 2) que esta localidad particular fue expuesta a un disturbio ecológico capaz de ocasionar una disminución notoria en la densidad poblacional de la especie del cual no pudo recuperarse; 3) la existencia de una zona preferencial para los peces que potencialmente haya ocasionado un sesgo al encontrarse fuera del alcance de los transectos durante los muestreos y 4) que las variables fisicoquímicas del agua en esta localidad en particular no cumplan con las demandas fisiológicas para la especie.

Tomando en consideración que, la composición faunística presente en la mayoría de los cenotes es semejante y los cenotes presentan características similares, la existencia de una población de menor tamaño implicaría una disponibilidad de alimento y hábitats comparativamente menor. Adicionalmente, todos los cenotes muestreados, con excepción de El Increíble (cenote testigo), han sido expuestos a disturbios geomorfológicos semejantes, sin un efecto notorio sobre la detectabilidad de la especie en el presente estudio, por lo que la reducción en la detectabilidad de la especie no debe estar ligada de manera directa a estas causas.

En los cenotes de Pueblo de Estalagmitas, Tres Labios y Guayas, se observó una multitud de peces cerca de la zona de las escaleras que no fueron contabilizados durante los muestreos al estar fuera del alcance de los transectos realizados y pudo haber

introducido un sesgo en los conteos relacionado con el diseño experimental. Sin embargo, al tener un efecto importante sobre la distribución de la especie, la reducción en su detectabilidad debería reflejarse para los tres cenotes. Pese a ello, no se descarta la posibilidad de que los individuos se encontraran en una región lejana al punto de muestreo al momento de realizar los conteos y es un claro recordatorio de la importancia que tiene el proceso de replicación para estudios conductuales.

Durante la realización de este trabajo, únicamente se lograron obtener valores de dos variables fisicoquímicas de manera escalonada (i.e. de manera discontinua), cuyo comportamiento suele estar correlacionado debido a que la dispersión iónica incrementa con el aumento de temperatura.

Aunque los valores observados para las variables medidas no dista de los valores habituales observados para los cenotes, es importante conocer las condiciones fisicoquímicas del cuerpo de agua al momento de muestreo debido a que tienen una influencia importante sobre la fisiología de los organismos acuáticos. Los ecosistemas acuáticos no son espacialmente homogéneos, por lo que son propensos a otros procesos internos (disturbios, corrientes, conducta de los animales) e inclusive pueden cambiar de manera diaria o estacional (Pastor, 2008). Esta heterogeneidad produce una diferenciación respecto a las oportunidades presentes dentro del ecosistema y orilla a los organismos a tener preferencias respecto a su comportamiento y su hábitat que se reflejan en la variación de sus abundancias. Finalmente, cabe destacar que la distribución de organismos también es un proceso dinámico y complejo regulado por las necesidades, oportunidades e interacciones de otros organismos presentes en el ecosistema (Beauchamp et al., 2007) y generalmente están asociados con sus necesidades fisiológicas, ontogenia, ciclo de vida y nivel trófico (Smith y Smith, 2001).

Es importante mencionar que los trabajos de campo previamente realizados son acordes con lo revisado en la bibliografía, por lo tanto, los métodos y análisis que fueron realizados son adecuados para el SA, área de influencia y área del proyecto. En este sentido, se puede concluir que el área del proyecto se encuentra influenciada por la presencia y operación de la infraestructura y actividades del Desarrollo Ecoturístico, reflejándose directamente en su diversidad.

Finalmente, es importante mencionar que las autoridades estatales y federales emitieron las autorizaciones ya referidas a lo largo de la MIA-P, porque consideraron que el proyecto era ambientalmente sustentable si desarrollaba conforme a lo manifestado por el promovente y que se aplicarán todas las medidas propuestas para prevenir y controlar los impactos ambientales.

Así, en la actualidad, debido a que se ha dado cumplimiento a lo establecido en las autorizaciones ambientales, se tiene una buena calidad del sistema ambiental y se mantiene la integridad de los ecosistemas, así como los bienes y servicios ambientales que se ofrecen.

Por lo que, para el desarrollo de las obras faltantes se continuarán aplicando las medidas y programas que ya se están aplicando actualmente y se han diseñado las medidas adecuadas para evitar o minimizar los efectos derivados de la actividad turística en los cenotes, esperando que con ello se siga manteniendo la integridad del sistema ambiental.

Capítulo V

MIA-P

“DESARROLLO ECOTURISTICO XIBALBÁ, OBRAS ADICIONALES” OBRAS ADICIONALES

*IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS
AMBIENTALES*



Contenido

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.	4
V.1 Introducción.....	4
V.2 Metodología de identificación, evaluación y descripción de los posibles impactos ambientales del proyecto	7
V.2.1. Identificación de los impactos ambientales.....	8
V.2.2. Evaluación de los impactos ambientales	10
V.2.3. Análisis y descripción de los impactos ambientales	18
V.3 Identificación de los impactos ambientales del proyecto	18
V.3.1. Actividades derivadas de las obras del proyecto que generarán impactos ambientales	18
V.3.2. Componentes y factores ambientales susceptibles de ser afectados	19
V.3.3. Denominación de los impactos ambientales del proyecto.	21
V.4 Evaluación de los impactos ambientales del proyecto	22
V.5 Descripción y análisis de los impactos ambientales del proyecto	29
V.5.1. Modificación de la calidad del agua subterránea.....	29
V.5.2. Afectación de individuos de estigofauna.....	30
V.5.3. Modificación del confort sonoro	31
V.5.4. Pérdida de suelo orgánico	33
V.5.5. Modificación de la calidad del suelo	34
V.5.6. Modificación de la calidad del aire	34
V.5.7. Pérdida de vegetación	35
V.5.8. Modificación del hábitat terrestre	35
V.5.9. Desplazamiento de individuos de fauna	36

V.6 Conclusiones36

Tablas y figuras

Figura V.1 Denominación de los impactos ambientales de un proyecto.10

Figura V.2 Componentes y factores ambientales susceptibles de afectación por el proyecto.....20

Figura V.3 Definición y clasificación de intensidades de uso recreativo.24

Figura V.4 Clasificación de clases de oportunidad.25

Tabla V.1 Valores y criterios de los atributos.....12

Tabla V.2 Significancia de los impactos ambientales.17

Tabla V.3 Actividades por tipo de obra y etapas del desarrollo del proyecto que generarán impactos ambientales.19

Tabla V.4 Matriz de identificación de impactos ambientales.21

Tabla V.5 Impactos ambientales previstos a generar por el proyecto.22

Tabla V.6 Clasificación de intensidad de uso recreativo y clases de oportunidad para el área de cenotes del proyecto.26

Tabla V.7 Matriz de evaluación de los impactos ambientales del proyecto.....28

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

V.1 Introducción

Este Capítulo V tiene por objeto identificar, describir y evaluar los impactos ambientales que generará el proyecto en sus diferentes etapas. Ello en apego a lo señalado en los artículos 30 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y 12, Fracción V del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA), que a la letra establecen:

*“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...” LGEEPA.*

*“Artículo 12.- La manifestación de impacto ambiental, en su **modalidad particular**, deberá contener la siguiente información:*

(...)

*V. **Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales**”. REIA.*

Énfasis por quien suscribe.

Con base en lo anterior, resulta necesario identificar cuáles serán los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por el proyecto; entendiendo como posibles efectos que menciona el Artículo 30, a los posibles impactos ambientales que generará el proyecto, y al ecosistema como: *la unidad funcional básica de interacción de*

los organismos vivos entre sí y de éstos con el ambiente, en un espacio y tiempo determinados¹.

Con la finalidad de identificar los ecosistemas presentes en el sitio donde incide el proyecto, ya se estableció en el Capítulo IV el Sistema Ambiental (SA), el cual es el límite de análisis que permite reconocer la estructura y funcionamiento del o los ecosistemas que lo integran y, además, se estableció el área de influencia que representa el área donde se puede obtener la información necesaria para predecir y evaluar los impactos ambientales en el entorno.

Mediante el reconocimiento de las interacciones que tendrá el proyecto con el entorno, se podrá identificar en qué medida las obras y actividades del proyecto afectarán a los elementos o componentes ambientales que integran a los ecosistemas, y sus relaciones entre sí (procesos).

Lo anterior, es la parte medular de este Capítulo V para poder establecer, en el Capítulo VI, las medidas necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente, a fin de respetar la integridad funcional y capacidad de carga de los ecosistemas. Esto referido en el Artículo 44 del REIA que a su letra establece:

“Artículo 44.- Al evaluar las manifestaciones de impacto ambiental la Secretaría deberá considerar:

- I. Los posibles efectos de las obras o actividades a desarrollarse en el o los ecosistemas de que se trate, tomando en cuenta el **conjunto de elementos que los conforman**, y no únicamente los recursos que fuesen objeto de aprovechamiento o afectación;*
- II. La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la **integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas** de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos, y*
- III. En su caso, la Secretaría podrá considerar las **medidas** preventivas, de mitigación y las demás que sean propuestas de manera voluntaria por el*

¹ Definición del Artículo 3, Fracción XIII de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

solicitante, **para evitar o reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente**".

Énfasis por quien suscribe.

Si bien en la normatividad citada no se establecen definiciones para los conceptos antes señalados, en sus publicaciones, la SEMARNAT (2018)² refiere el **conjunto de elementos** a los medios, componentes y factores que conforman al ecosistema, la **integridad funcional** como el conjunto de mecanismos (sucesos intermedios entre causa y efecto) que permiten el mantenimiento del equilibrio ecológico y la permanencia del ecosistema, y a la **capacidad de carga**, como la medida que posee un componente ambiental (agua, aire, suelo, flora o fauna) para depurar, dispersar, absorber o soportar vertidos, emisiones o residuos sin afectar su calidad, estructura o función.

De este último concepto, cabe señalar que el proyecto no considera como tal el vertimiento de sustancias contaminantes en los componentes ambientales del entorno, por lo cual, considerando la naturaleza del proyecto, para el análisis de los impactos ambientales se considerará el concepto de **capacidad de carga turística**, el cual se concibe como: el máximo nivel de uso turístico que permite preservar el estado de equilibrio del entorno natural de un sitio turístico. Esto debido a que las obras y actividades del proyecto, tienen la finalidad de brindar servicios eco-turísticos, sobre las cuales se identificarán los impactos ambientales y se establecerán medidas (en el Capítulo VI) a fin de preservar el entorno natural.

Con la finalidad de cumplir con lo que establece la normatividad ya citada, en este Capítulo V se desarrolló una *Metodología de identificación, evaluación y descripción de los posibles impactos ambientales del proyecto*, basada en literatura ampliamente reconocida y especializada en materia de evaluación de impacto ambiental, tal como lo es: la Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental de Conesa, V.

² SEMARNAT (2018) Criterios de evaluación de impacto ambiental. Recuperado de: <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/criterios-de-evaluacion-de-impacto-ambiental>.

(2010)³, Evaluación de impacto ambiental de Garmendia, A. *et al.* (2005)⁴ y Evaluación de impacto ambiental de Gómez, D. (2003)⁵, que permitirá reducir la subjetividad en la detección y valoración de los impactos ambientales del proyecto en sus diferentes etapas, todo lo cual se detalla a continuación.

V.2 Metodología de identificación, evaluación y descripción de los posibles impactos ambientales del proyecto

La literatura ha definido de diferentes maneras un impacto ambiental, tales como: la alteración de la calidad del medio ambiente producida por una actividad humana (Garmendia, A. *et al.*, 2005), o como la diferencia entre la situación del medio ambiente futuro modificado (por el proyecto ejecutado), y la situación del medio ambiente futuro tal y como éste habría evolucionado sin dicha actuación (Conesa, V., 2010). La LGEEPA, en su Artículo 3, Fracción XX, señala que dicha modificación al ambiente (impacto ambiental) pudiera ser ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

No obstante, en cualquier definición, el impacto ambiental tiene una clara connotación de origen humano, dado que son las actividades y proyectos desarrollados por el hombre los que inducen las modificaciones en el entorno (León, J.D., 2011)⁶. Además, no se puede, por tanto, estudiar al proyecto como una única fuente de cambio y al entorno únicamente en el momento actual, es necesario analizar las modificaciones, ya sean de origen natural o antropogénico, que se han generado en el ambiente y disponer de previsiones para el futuro.

³ Conesa, V. 2010. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. España. Ediciones Mundi prensa.

⁴ Garmendia A., Salvador A., Crespo C. y Garmendia L. 2005. Evaluación de impacto ambiental. Pearson Prentice Hall. Madrid.

⁵ Gómez, D. 2003. Evaluación de impacto ambiental. España. Ediciones Mundi-prensa.

⁶ León, J.D, (s.f.). Evaluación del impacto ambiental de proyectos de desarrollo. Recuperado de: <http://ingenieroambiental.com/4017/evaluacion%20del%20impacto%20ambiental%20de%20proyectos%20de%20desarrollo.pdf>

Razón por la cual, la metodología considera los 3 elementos principales mencionados en el Artículo 12 el REIA: **identificación, descripción y evaluación**, los cuales se desarrollarán a continuación, con la finalidad de prever los impactos ambientales que el proyecto generará.

V.2.1. Identificación de los impactos ambientales

Con la finalidad de identificar los posibles efectos que menciona la LGEEPA en su Artículo 30, es decir, aquellos posibles impactos ambientales que pudiera ocasionar el proyecto en su entorno, primero, con la descripción del proyecto, se identificarán las obras y en particular las actividades del proyecto, ya descritas en el Capítulo II, que pueden desencadenar impactos ambientales en el entorno donde se incidirá. Es importante reiterar lo ya expuesto en los capítulos previos respecto a considerar para el proyecto las obras ya construidas (referidas en la resolución de PROFEPA) y las obras nuevas, por lo cual las actividades se dividirán por tipo de obra en una tabla denominada como: *Actividades por tipo de obra y etapas del desarrollo del proyecto que generarán impactos ambientales*.

Posteriormente, con la descripción del entorno, ya descrita en el Capítulo IV, se identificarán los componentes ambientales del SA, área de influencia y área del proyecto susceptibles de ser afectados. Por ello, resulta necesario dividir al entorno donde incidirá el proyecto para facilitar su comprensión, Garmendia, A. *et al.* (2005), ofrece una guía en la cual se puede dividir este entorno en: 1) **medio**, referente a la agrupación de componentes ambientales que tienen alguna característica en común; 2) **componente**, el cual trata de cada una de las partes excluyentes entre sí, en las que se puede dividir para su análisis el sistema ambiental, y 3) **factor** que es la característica medible o cuantificable del componente ambiental. Así mismo, dada la particularidad del proyecto, ya mencionada, los componentes ambientales susceptibles de ser afectados se identificarán en un diagrama, diferenciando aquellos que serán afectados por las actividades de las obras ya construidas, y referidas por la PROFEPA, y de las obras nuevas.

Cabe mencionar que, debido a las diferentes metodologías de identificación de impactos, algunos autores denominan a los componentes ambientales como factores; no obstante,

para este proyecto se utilizará el método anterior, ya que divide de manera clara al entorno para su análisis, y acorde a la definición SEMARNAT respecto al conjunto de elementos, ya citada anteriormente.

Una vez determinadas las actividades del proyecto que ocasionarán impactos ambientales (por las obras construidas y obras nuevas), así como los componentes ambientales susceptibles de ser afectados, se utilizará un método propuesto por Conesa, V. (2010), que sugiere realizar una matriz de doble entrada en la cual, en las filas, se colocan los componentes ambientales identificados, y en las columnas se colocan las actividades del proyecto. Luego, mediante el cruzamiento/intersección entre los componentes ambientales y las actividades, se coloca un 1 si hay interacción (afectación) y se cuantificarán las interacciones por actividad y por componente ambiental. Esta matriz corresponde a la *Matriz de identificación de impactos ambientales*, y las **interacciones resultantes de ésta corresponderán a los impactos ambientales del proyecto**, los cuales posteriormente se procederá con su denominación.

V.2.1.1 Denominación de los impactos ambientales

De acuerdo con Conesa, V. (2010), la **denominación del impacto ambiental** debe reflejar el efecto (modificación) en la calidad de un componente y factor ambiental como resultado de la acción del proyecto. En tal sentido, los impactos ambientales del proyecto se denominarán mediante la asignación de dicho “efecto” traducido como: modificación, alteración, pérdida, disminución, etc., con el componente ambiental y factor que será afectado, como: calidad del suelo, agua, aire, etc. Para mayor referencia, a continuación, se muestra un ejemplo gráfico de la denominación de los impactos ambientales.

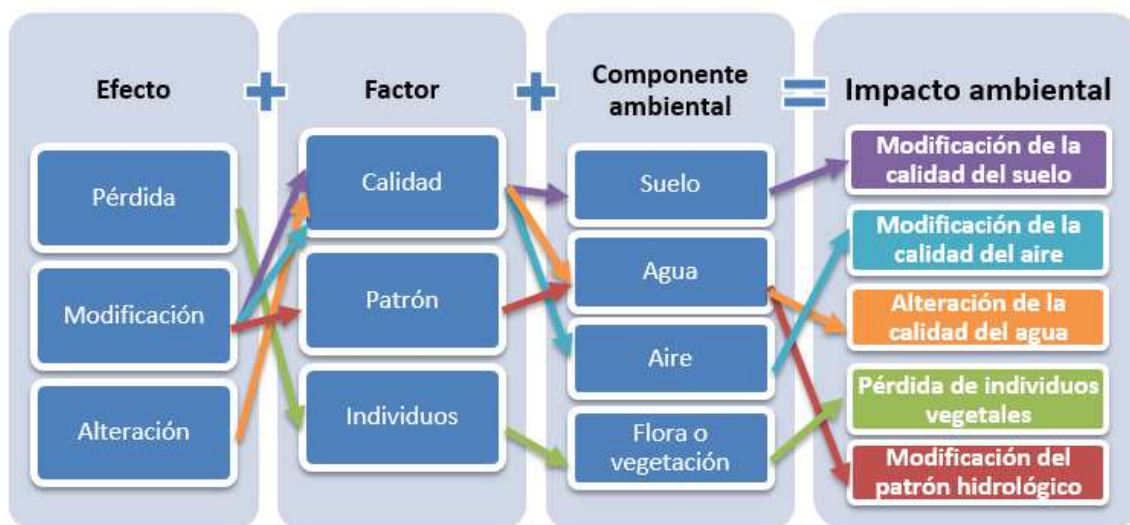


Figura V.1 Denominación de los impactos ambientales de un proyecto.

Fuente: elaboración propia.

Nota: De manera ejemplificativa, las flechas de colores corresponden a las posibles y diferentes interacciones que pueden ocurrir para identificar los impactos ambientales de un proyecto.

Con base en lo anterior, de las interacciones obtenidas en la *Matriz de identificación de impactos ambientales*, y conforme a la denominación de los impactos ambientales, ya expuesta anteriormente, se elaborará una tabla denominada: *Impactos ambientales previstos a generar por el proyecto*, en donde se presentarán en las primeras tres columnas, el medio, componente y factor; en la quinta columna se denominarán los impactos ambientales como “frases” que asociarán la modificación del entorno consecuencia del desarrollo del proyecto (tal y como se vio en la figura anterior), y en la última columna se expondrán las causas que los producirán.

V.2.2. Evaluación de los impactos ambientales

Como ya se mencionó, debido a que el proyecto considera realizar actividades turísticas en los cenotes, primero se realizará una prospección en términos de capacidad de carga turística, con el fin de prever la intensidad de las actividades que podrán ser realizadas, y de las cuales versará el grado de intensidad de los impactos ambientales en estos

cuerpos de agua. Ello, tomando como referencia estudios de capacidad de carga turística de proyectos similares⁷.

Por otro lado, para la evaluación de los impactos ambientales previstos a generar por el proyecto se utilizará la metodología propuesta por Conesa, V. (2010) de tipo cualitativa, la cual fue seleccionada, ya que es de fácil comprensión y ejecución, además, posee 10 variables diferentes a considerar dentro del análisis que permiten llevar a cabo el proceso de valoración de manera más objetiva para obtener resultados más próximos a la realidad.

Por medio de este método analítico propuesto por Conesa, V. (2010), se obtendrá la **importancia** del impacto ambiental, referida al grado de manifestación del efecto de la acción, en función tanto del grado de incidencia o intensidad de la acción producida, como de la caracterización del efecto; a su vez, la valoración del impacto se complementará con un método para determinar su **magnitud**, el cual está referido a la grado de afectación al componente ambiental, todo lo cual será detallado a continuación.

V.2.2.1 Determinación de la importancia

Posterior a la identificación de los impactos ambientales se realizará una matriz donde se expondrán los componentes, factores e impactos ambientales, así como la etapa en donde se suscitarán, y se determinará el índice de importancia atribuyéndoles un valor del 1 hasta el 12 de acuerdo a los 10 atributos de tipo cualitativo de la metodología propuesta por Conesa, V. (2010). Dicha matriz tendrá por nombre: *Matriz de evaluación de los impactos ambientales del proyecto*.

Los atributos mencionados caracterizarán y evaluarán la afectación, y se irán asignado los valores a los impactos ambientales a través diferentes criterios conforme a la siguiente tabla (para mejor apreciación se incluye en anexo).

⁷ Estudio de capacidad de carga y límite de cambio aceptable cenotes proyecto He'elel (2018), Grupo Xcaret.

Tabla V.1 Valores y criterios de los atributos.
Fuente: Conesa, V. (2010).

Atributo	Escala				
	1	2	4	8	+ 4*
Intensidad (In) El grado de incidencia de la acción sobre el factor	<i>Baja o mínima</i> Su efecto tiene una modificación mínima del componente considerado.	<i>Media</i> Su efecto provoca alteraciones en algunos de los componentes del entorno.	<i>Alta</i> Su efecto provoca alteraciones en todos los componentes del entorno.	<i>Muy alto o notable</i> Su efecto provoca una modificación en los procesos fundamentales de funcionamiento de los ecosistemas.	<i>Total, o crítico</i> Destrucción total del componente en el área en la que se produce el efecto.
Extensión (EX) Área de influencia del impacto en relación con el entorno del proyecto	<i>Puntual o localizado</i> Cuando la acción impactante produce un efecto en un área específica del área del proyecto.	<i>Parcial</i> Cuando la acción produce un efecto en toda el área del proyecto.	<i>Extenso</i> Cuando la acción produce un efecto más allá del área del proyecto.	<i>Total</i> Cuando el efecto de la acción no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto, teniendo una influencia generalizada en todo el entorno.	<i>Crítica</i> Cuando la acción produce un efecto puntual o no, pero se produce en una ubicación crítica.
Momento (MO) El tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio	<i>Largo plazo</i> Cuando el tiempo transcurrido entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto es mayor a 10 años.	<i>Medio plazo</i> Cuando el tiempo transcurrido entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto es menor a un año.	<i>Inmediato</i> Cuando el tiempo transcurrido entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto es nulo.	No aplica	<i>Crítico</i> Cuando se genera la acción en un momento crítico.
Persistencia (PE) El tiempo en el que permanecerá el efecto a partir de su aparición	<i>Momentáneo o fugaz</i> Cuando el tiempo de permanencia es menor a 1 año.	<i>Temporal o transitorio</i> Cuando el tiempo de permanencia es de 1 a 10 años.	<i>Permanente</i> Cuando el tiempo de permanencia es mayor a 10 años.	No aplica	No aplica
Reversibilidad (RV) La posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales	<i>Reversible a Corto plazo</i> Cuyo efecto puede ser asimilado de forma natural en menos de 1 año.	<i>Reversible a Medio plazo</i> Cuyo efecto puede ser asimilado de forma natural de 1 a 10 años.	<i>Reversible a Largo plazo</i> Cuyo efecto puede ser asimilado de forma natural después de 10 años.	<i>Irreversible</i> Alteración imposible de reparar por la acción natural y precisa medidas.	No aplica

Capítulo V

Atributo	Escala				
	1	2	4	8	+ 4*
Sinergia (SI) El incremento simultáneo de varios agentes o acciones	<i>Sin sinergismo</i> Cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones no supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.	No aplica	<i>Sinérgico</i> 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.	No aplica	No aplica
Acumulación (AC) El incremento progresivo de un efecto	<i>No acumulativo</i> Cuando no existen otras acciones similares producidas por obras y actividades diferentes al proyecto y que afecten al mismo componente.	No aplica	<i>Acumulativo</i> Cuando existen otras acciones similares producidas por obras y actividades diferentes al proyecto y que afecten al mismo componente.	No aplica	No aplica
Efecto (EF) Relación causa-efecto	<i>Indirecto</i> El efecto no tiene incidencia inmediata en algún componente, pero si una relación próxima.	No aplica	<i>Directo</i> El efecto tiene incidencia inmediata en algún componente.	No aplica	No aplica
Periodicidad (PR) La regularidad de la manifestación	<i>Único</i> Cuando el efecto se manifiesta una sola vez.	<i>Irregular</i> Cuyo efecto se manifiesta de forma irregular en el tiempo.	<i>Periódico</i> Cuyo efecto se manifiesta de forma regular en el tiempo.	<i>Continuo</i> Cuyo efecto se manifiesta a través de alteraciones regulares en el tiempo.	No aplica
Recuperabilidad (MC) Posibilidad de retornar a las condiciones iniciales por medios humanos	<i>Recuperable a corto plazo</i> Cuyo efecto puede eliminarse con medidas en menos de 1 año	<i>Recuperable a medio plazo</i> Cuyo efecto puede eliminarse con medidas correctoras de 1 a 10 años.	<i>Mitigable</i> Cuyo efecto puede minorarse con medidas.	<i>Irrecuperable</i> Cuyo efecto persiste después de la aplicación de medidas correctoras (residual), o bien, el tiempo de reconstrucción toma más de 10 años.	No aplica

Nota*: Conforme la descripción del atributo.

Para mayor referencia y claridad en el razonamiento seguido para la asignación de cada valor a los impactos ambientales del proyecto, conforme los atributos expuestos anteriormente, a continuación, se presenta su descripción:

Intensidad (IN). La intensidad del impacto, es el grado de incidencia de la actividad sobre el componente y factor ambiental -grado de destrucción o dimensión del impacto- en el ámbito específico en el que actúa. Dicha dimensión del impacto indica la medida del cambio provocado por la acción. Cuando el efecto de la actividad implique una destrucción total del componente, se le atribuirá cuatro unidades por encima del valor correspondiente al efecto muy alto o notable.

Extensión (EX). Es el atributo que refleja la fracción del medio afectado por la acción del proyecto, es decir, el área de influencia del impacto en relación con el entorno del proyecto en que se sitúa el componente y factor ambiental. En términos generales, se refiere a aquella porción del área en cuestión que será potencialmente afectada con respecto al área del proyecto o sistema ambiental. En el caso de que el efecto, sea puntual o no, se produzca en un lugar crítico, por ejemplo, vertido próximo y aguas arriba de una toma de agua para consumo humano o modificación de un recurso natural de interés ecológico, se le atribuirá un valor de cuatro unidades por encima del valor correspondiente a la extensión en que se manifiesta.

Momento (MO). Es el plazo de manifestación del impacto. Alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el componente ambiental afectado. Si ocurriese alguna circunstancia que hiciese crítico el plazo de manifestación del impacto, por ejemplo, ruido en un recurso natural de interés o próximo a personas susceptibles (centro hospitalario), se le atribuirá un valor de cuatro unidades por encima del valor correspondiente al momento en que se manifiesta.

Persistencia (PE). La persistencia es el tiempo de permanencia del efecto sobre un componente ambiental desde el momento de su aparición, y a partir del cual el componente afectado pueda retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, ya sea por la acción de medios naturales o mediante la aplicación de medidas de mitigación.

Reversibilidad (RV). Es la posibilidad de reconstrucción del componente afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la

acción, por medios naturales, una vez que la acción que produce el efecto deje de actuar sobre el componente ambiental afectado. Cabe señalar que el impacto será reversible cuando el componente pueda retornar a sus condiciones originales sin la intervención humana, en cambio el impacto será irreversible cuando el componente ambiental alterado no pueda retornar a sus condiciones originales sin la intervención humana.

Acumulación (AC). Cuando se producen varias acciones similares sobre un mismo medio, causando el mismo tipo de impacto de forma acumulada.

Sinergia (SI). Se refiere al conjunto de la presencia simultánea de varias acciones que suponen una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente. Por ejemplo, el efecto de un cazador sobre una determinada zona húmeda, puede ser relativamente bajo, pero la acumulación a lo largo de los años de los perdigones de plomo, puede producir intoxicaciones de las aves y la muerte masiva de muchas de ellas (efecto sinérgico), (Garmendia, A. *et al.* 2005). En este sentido, el efecto sinérgico de diversas y diferentes acciones que conlleva a la desaparición de especies o muertes masivas, se considera un impacto crítico (significativo) por su carácter sinérgico.

Por lo anterior, cabe señalar que el impacto sinérgico es distinto al impacto acumulativo, ya que un impacto ambiental tiene carácter acumulativo cuando al interactuar con otros impactos no se generan nuevos efectos o críticos, y el impacto acumulativo final tiene las mismas características que el (los) impacto(s) que le dieron origen. Lo anterior implica que con las mismas medidas de mitigación con las que se controla un impacto acumulativo original, se mitiga el impacto acumulativo final.

Efecto (EF). Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un componente, ya sea de manera directa o indirecta, como consecuencia de la ejecución de la actividad del proyecto.

Periodicidad (PR). Este atributo hace referencia a la regularidad de la manifestación del efecto, bien sea de manera continua (las acciones que lo producen permanecen constantes en el tiempo), o discontinua (las acciones que lo producen actúan de manera intermitente, irregular o esporádica en el tiempo).

Recuperabilidad (MC). Se refiere a la posibilidad de reconstrucción total o parcial del componente afectado como consecuencia del proyecto, por medio de la intervención humana. Cabe señalar que el impacto será recuperable cuando el componente ambiental alterado pueda retornar, aunque sea parcialmente, a sus condiciones originales por medio de la intervención humana, en cambio el impacto será irrecuperable cuando el componente ambiental alterado no pueda retornar a sus condiciones originales aún con la intervención humana (medidas de mitigación). Es por ello que este atributo se considera para señalar los impactos ambientales residuales, que por definición son aquellos que persisten después de la aplicación de medidas de mitigación.

Cabe señalar que los atributos anteriormente descritos permiten reducir la subjetividad en la evaluación de los impactos ambientales, debido a que permiten diferenciar los impactos ambientales con respecto a la particularidad de cada efecto en el ambiente que será producido por una actividad específica.

Con base en lo anterior, después de haber asignado los valores a los impactos conforme a la tabla anterior, se realiza la siguiente ecuación para obtener la importancia del impacto:

$$\text{Importancia} = \text{IN} + \text{EX} + \text{MO} + \text{PE} + \text{RV} + \text{SI} + \text{AC} + \text{EF} + \text{PR} + \text{MC}$$

V.2.2.2 *Determinación de la magnitud.*

Para obtener el índice de la magnitud se aplica una ecuación simple creada a partir del modelo propuesto por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación⁸ y utilizando los atributos previamente evaluados de **IN (intensidad)**, **EX (extensión)** y **PE (persistencia)**, a los cuales se le aumenta la valoración como a continuación se muestra:

$$\text{Magnitud} = (\text{IN}^3) + (\text{EX}^2) + (\text{PE}^2)$$

La razón del aumento de la valoración particular de estos atributos, se debe a que la magnitud trata del grado de afectación de un componente en su calidad y cantidad; es

⁸ FAO, 1995. Impacto Ambiental de las Prácticas de Cosecha Forestal y Construcción de Caminos en Bosques Nativos Siempreverdes de la X Región de Chile. Roma, Italia.

decir, referido a la intensidad, extensión y duración de la afectación. Por lo que, para obtener la evaluación final del impacto ambiental se realiza la suma de la Importancia con la Magnitud.

Valoración final = Importancia + Magnitud

La valoración final de los impactos ambientales tomará valores entre 17 y 108, por lo que se determinará su significancia de acuerdo a las siguientes escalas.

*Tabla V.2 Significancia de los impactos ambientales.
Fuente: Conesa, V. (2010).*

Significancia	Rango	Definición
Irrelevante	Entre 17 y 27	Impacto que provoca alteraciones de muy baja afectación a los componentes y que no comprometen la integridad de los mismos.
No significativo	Entre 28 y 50	Impacto que afecta a los componentes sin poner en riesgo los procesos ecosistémicos de los que forman parte.
Moderado	Entre 51 y 81	Impacto que provoca alteraciones que requieren medidas de mitigación o compensación para no afectar el funcionamiento o estructura del ecosistema dentro del SA.
Significativo	Entre 82 y 108	Impacto significativo 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.

Cabe hacer notar que el impacto ambiental significativo toma el significado descrito en el Artículo 3°, Fracción IX del REIA, que a su letra establece como 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.*

Lo anterior, para determinar aquellos impactos que causen una pérdida permanente de la calidad de los componentes ambientales y que pudieran provocar, como consecuencia, la fragmentación de los ecosistemas, obstaculizando así, además del desarrollo del hombre, la continuidad de los procesos naturales.

V.2.3. Análisis y descripción de los impactos ambientales

A partir de los resultados obtenidos, se procederá a realizar la descripción de los impactos ambientales, y las razones por las cuales los impactos serán o no significativos, para que dé lugar a proponer las medidas ambientales aplicables en el siguiente Capítulo VI.

V.3 Identificación de los impactos ambientales del proyecto

De acuerdo a la metodología anteriormente expuesta, a continuación, se presentarán los resultados obtenidos de la identificación de los impactos ambientales del proyecto.

V.3.1. Actividades derivadas de las obras del proyecto que generarán impactos ambientales

Ya ha sido referido que las obras y actividades que conciernen a este proyecto se encontrarán dentro del Desarrollo Ecoturístico Xibalbá, el cual trata de un área en la que ya se han realizado modificaciones por las obras existentes, por lo que cabe indicar que, sobre las obras ya construidas, solo se adicionarán instalaciones con fines de ambientación, de las cuales no derivarán impactos ambientales adicionales.

En tal sentido, en el Capítulo II ya se detallaron las obras que contempla el proyecto de las cuales se identificarán, evaluarán y describirán los impactos ambientales y, en este caso, se dividen en: 1) obras ya construidas (sancionadas por PROFEPA), de las cuales únicamente se considerará la etapa operativa y de mantenimiento, y 2) obras nuevas, de las cuales se considerarán las tres etapas de desarrollo (preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento).

A continuación, se desglosarán las actividades por tipo de obra y etapa:

Tabla V.3 Actividades por tipo de obra y etapas del desarrollo del proyecto que generarán impactos ambientales.

Fuente: elaboración propia⁹.

Etapa	Obra	Actividades
Preparación del sitio	Obras nuevas (camino y baños)	Desmonte y despalle
Construcción	Obras nuevas	Excavaciones, nivelaciones, compactaciones y cimentaciones
Operación y mantenimiento	Obras ya construidas	Actividades recreativas*
	Obras nuevas (camino)	Circulación de vehículos

Nota*: Incluye las actividades en cuerpos de agua como son: nado, snorkel, buceo, navegación, etc. Así como las actividades de caminata, consumo de alimentos, contemplación, descanso, etc., ya mencionadas en el Capítulo II.

Dicho lo anterior, a continuación, se presentan los componentes ambientales que serán susceptibles de ser afectados.

V.3.2. Componentes y factores ambientales susceptibles de ser afectados

Ya determinadas las actividades del proyecto que generarán impactos ambientales, se consideró la línea base, ya expuesta en el capítulo anterior, donde se expusieron las características del entorno tanto del SA, área de influencia, como del área del proyecto, para llevar a cabo la selección de los componentes y factores ambientales susceptibles de afectación, los cuales se exponen a continuación, diferenciando, para mayor claridad, aquellos que serán afectados por las actividades de las obras ya construidas (color azul) y de las obras nuevas (color verde).

⁹ Para un mayor detalle acerca de las etapas y actividades del proyecto, ver Capítulo II.

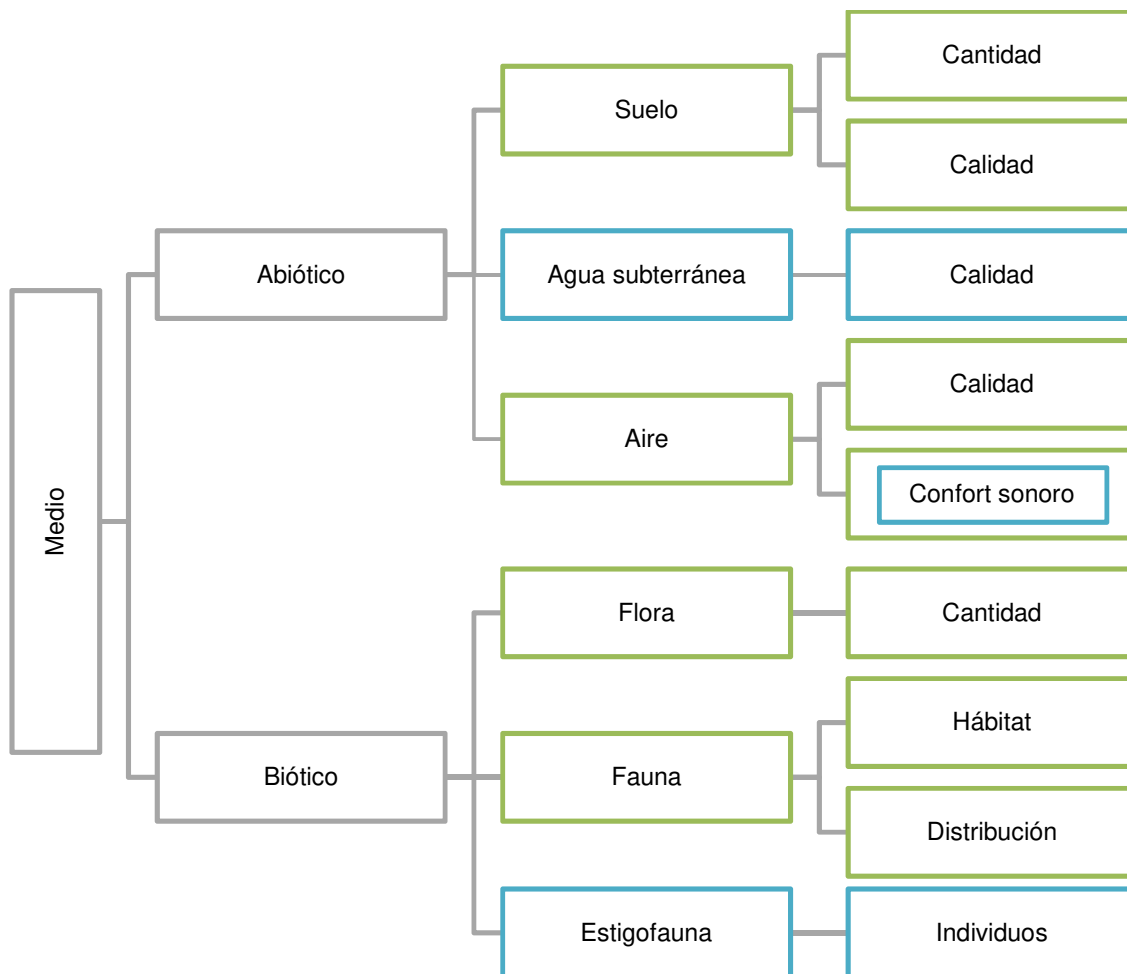


Figura V.2 Componentes y factores ambientales susceptibles de afectación por el proyecto.
Fuente: elaboración propia.

V.3.2.1 Matriz de identificación de impactos ambientales

Para continuar con la identificación de los impactos ambientales, se realizó la *Matriz de identificación de impactos ambientales* en donde se cruzan las actividades identificadas en la Tabla V.3 con los componentes y factores anteriores (Figura V.2), y se les asignó el número 1 en caso de interacción (afectación). Para efectos de interpretación, todas las interacciones son de tipo negativas.

Tabla V.4 Matriz de identificación de impactos ambientales.
Fuente: elaboración propia.

Medio	Componente	Factor	Obras ya construidas	Obras nuevas			Suma de interacciones por factor	Suma de interacciones por componente
			Operación y mantenimiento	Preparación del sitio	Construcción	Operación y mantenimiento		
			Actividades recreativas	Desmonte y despalme	Excavaciones, nivelaciones, compactaciones y cimentaciones	Circulación de vehículos		
Abiótico	Suelo	Cantidad		1			1	3
		Calidad		1	1		2	
	Agua subterránea	Calidad	1				1	1
	Aire	Calidad		1	1	1	3	7
		Confort Sonoro	1	1	1	1	4	
Biótico	Flora	Cantidad		1			1	1
	Fauna	Hábitat		1			1	3
		Distribución		1		1	2	
	Estigofauna	Individuos	1				1	1
Suma de interacciones por actividad			3	7	3	3	16	
Suma de interacciones por etapa			3	7	3	3		

V.3.3. Denominación de los impactos ambientales del proyecto.

Una vez identificadas las interacciones del proyecto con el entorno, se denominaron los impactos ambientales previstos a generar por el proyecto, los cuales se exponen en la siguiente tabla, la cual se divide en: medio, componentes y factores susceptibles de recibir afectación, **los impactos ambientales que generará el desarrollo del proyecto** (conforme al ejemplo de la Figura V.1) y las causas que los producirán.

Tabla V.5 Impactos ambientales previstos a generar por el proyecto.
Fuente: elaboración propia.

Medio	Componente	Factor	Impacto ambiental	Causa del impacto ambiental
Abiótico	Suelo	Cantidad	Pérdida de suelo orgánico	Por el desmonte y despalme.
		Calidad	Modificación de la calidad del suelo	Ante derrames accidentales de sustancias contaminantes como hidrocarburos o residuos peligrosos, derivados del uso de maquinaria o equipo, que pudieran contaminar el suelo.
	Agua subterránea	Calidad	Modificación de la calidad del agua subterránea	Por las actividades recreativas.
	Aire	Calidad	Modificación de la calidad del aire	Por la emisión de gases de combustión y polvos, durante la operación de la maquinaria, equipo, vehículos y movimiento de tierras.
		Confort sonoro	Modificación del confort sonoro	Por la emisión de ruido derivado de la maquinaria, equipo y vehículos en operación, y actividades recreativas.
Biótico	Flora	Cantidad	Pérdida de vegetación	Por el desmonte.
	Fauna	Hábitat	Modificación del hábitat terrestre	Por el desmonte.
		Distribución	Desplazamiento de individuos de fauna	Por el desmonte y circulación de vehículos.
	Estigofauna	Individuos	Afectación de individuos de estigofauna	Por las actividades recreativas.

V.4 Evaluación de los impactos ambientales del proyecto

Debido a que el proyecto considera actividades a realizar en las obras ya existentes y que versarán en actividades en recursos naturales de interés como son los cenotes, primeramente, se realizará una prospección en términos de capacidad de carga turística, con la finalidad de determinar la intensidad de las actividades recreativas.

V.4.1.1 Capacidad de carga turística

En los espacios naturales como son los cenotes, los recursos son limitados, y la infraestructura y servicios tienen una capacidad límite, ocasionando su saturación la pérdida del atractivo o la calidad turística y, en términos económicos, la disminución de los beneficios. Por ello, es necesario establecer límites por medio de la capacidad de carga turística, para proteger los recursos naturales de sitios turísticos y apoyar el desarrollo sustentable del turismo, con la aplicación de un margen o umbral a la relación entre turistas y uso de recursos naturales, con el fin de reducir los impactos negativos, sin dejar los beneficios económicos que sean posibles (Romano, G. *et al.*, 2014)¹⁰.

De acuerdo con estudios de capacidad de carga turística de proyectos similares¹¹, para orientar el aprovechamiento turístico de baja densidad y que permita prever y minimizar los impactos ambientales, mientras se logra el contacto del visitante con la naturaleza, se toman como base las actividades recreativas que se pretenden realizar, las cuales, para el proyecto, ya fueron expuestas en el Capítulo II. Partiendo de ello, se tiene que el proyecto divide las actividades a realizar en los cuerpos de agua, así como actividades en tierra, lo que da lugar a contar con áreas específicas, fuera de los cuerpos de agua, para fortalecer el control de los grupos de personas, promover la consciencia ambiental, informar e influir sobre las conductas requeridas por el usuario, previo a su visita al parque e ingreso a los cuerpos de agua. Las áreas recreativas tienen capacidad para mantener grupos de visitantes hasta de 30 personas con un guía y las actividades en los cenotes se establecerán en un horario diurno (9:00-18:00hrs).

Por otro lado, para establecer la intensidad de las actividades recreativas se utilizan diferentes criterios con base en categorías de recreación y esparcimiento. La clasificación de las intensidades de uso¹² puede ser especificada mediante la descripción

¹⁰ Romano, G. *et al.* (2014). Informe técnico final. Estudio de Límite de Cambio Aceptable, Área de Protección de Flora y Fauna Isla Cozumel. Cozumel, Quintana Roo. México. 153p.

¹¹ Estudio de capacidad de carga y límite de cambio aceptable cenotes proyecto He'elel (2018), Grupo Xcaret.

¹² Conforme el Manual de Métodos para la Elaboración de Programas de Uso Público en Áreas Protegidas de la Región del Sistema Arrecifal Mesoamericano (2005). Recuperado de: http://www.mbrs.doe.gov.bz/dbdocs/tech/es_PubUse.pdf

de los escenarios deseados en función de las cualidades que deben incluir en términos de los valores biológicos y la conservación de su estado prístino, así como la oportunidad de aislamiento entre los grupos de visitantes, como se muestra a continuación:

Intensidad de Uso	Muy Baja	Baja	Media
Ámbito Biológico			
Valor Biológico: riqueza biológica, especies representativas del hábitat/sub-zona	Muy importante	Importante	Moderadamente importante
Endemismo: Hábitat de especies endémicas	Muy importante	Importante	Moderadamente importante
Valor Paisajístico: integridad del paisaje	Muy importante	Importante	Moderadamente importante
Estado de conservación: condición general del hábitat	Pristino, vital y vigoroso, escasa intervención humana	Semi-prístino, vital y vigoroso leve intervención humana	Con intervención humana pero no afectan sus procesos de sucesión en forma significativa
Ámbito Recreativo			
Infraestructura	Inexistente o mínima, alta integración	Mínima a moderada y con integración	Presencia moderada a alta pero con integración
Experiencia del visitante	Excelente oportunidad de aislamiento de otros visitantes	Alta oportunidad de aislamiento de otros visitantes	Moderada oportunidad de aislamiento de otros visitantes
Impactos ambientales del usuario	No aparentes	Levemente visibles	Visibles

Figura V.3 Definición y clasificación de intensidades de uso recreativo.
Fuente: Manual de Métodos para la Elaboración de Programas de Uso Público en Áreas Protegidas de la Región del Sistema Arrecifal Mesoamericano (2005).

Por otro lado, para continuar con la identificación de la intensidad de las actividades recreativas, se utiliza un concepto llamado “clase de oportunidad” que trata de una descripción cualitativa del tipo de recursos, de las condiciones sociales aceptables y la actividad de manejo apropiado para cada clase, con una base hipotética sobre las condiciones que los administradores consideran adecuadas o deseables para un espacio con recursos naturales, considerando los ambientes naturales existentes, el tipo de experiencia que se desea ofrecer a los visitantes y las capacidades y recursos de la administración del área. Esta es la base para evaluar y justificar los indicadores, estándares y acciones de manejo apropiados.

Las clases de oportunidades se dividen en cuatro categorías (I, II, III, IV) y siete criterios guías para la determinación de cada tipo de oportunidad, como se muestra a continuación:

Crterios/Clases	Oportunidad I	Oportunidad II	Oportunidad III	Oportunidad IV
Escenario natural				
Descripción general del ambiente	Ambiente poco alterado.	Ambiente parcialmente alterado.	Ambiente con importantes alteraciones. Con zonas de restauración.	Ambiente con importantes alteraciones.
Condiciones ecológicas	Ecosistemas poco afectados por la acción de usuarios.	Ecosistemas moderadamente afectados por la acción de los usuarios. Zona litoral con baja erosión y paisaje natural costero poco modificado.	Muchos sitios del ecosistema substancialmente afectados por la acción de los usuarios. Zona litoral con moderada erosión. Paisaje natural costero parcialmente modificado.	Muchos sitios de los ecosistemas substancialmente afectados por la acción de los usuarios.
Prevalencia y duración de los impactos	Bajo impacto con posibilidad de recuperación en corto plazo.	Moderada posibilidad de pérdida de cobertura y biodiversidad, con posibilidad de establecer áreas de restauración.	La pérdida de cobertura tendrá poca oportunidad de recuperación natural.	La pérdida actual de cobertura tendrá poca oportunidad de recuperación natural.
Visibilidad de los impactos	Aparentes sólo a los usuarios especialistas.	Moderadamente aparente a los visitantes por tipo de actividad.	Aparentes a muchos de los visitantes.	Aparentes a muchos de los visitantes.
Escenario psicológico para los visitantes				
Perfil de visita del usuario	Moderada oportunidad de aislamiento en grupo.	Poca oportunidad de aislamiento en grupo.	Sin oportunidad de aislamiento o soledad. Sin actividades recreativas motorizadas (sólo transporte).	Sin oportunidad de aislamiento o soledad. Con actividades recreativas motorizadas.
Nivel de encuentros con otros usuarios	Moderado.	Frecuente.	Común. Alta densidad	Común. Alta densidad.
Nivel de encuentros con otros grupos realizando otras actividades	Bajo.	Moderado.	Moderado.	Frecuente.

Figura V.4 Clasificación de clases de oportunidad.

Fuente: Manual de Métodos para la Elaboración de Programas de Uso Público en Áreas Protegidas de la Región del Sistema Arrecifal Mesoamericano (2005).

Derivado de lo anterior, se tiene como resultado que la clasificación de intensidad de uso recreativo y clases de oportunidad para el proyecto será el siguiente:

Tabla V.6 Clasificación de intensidad de uso recreativo y clases de oportunidad para el área de cenotes del proyecto.

Fuente: elaboración propia.

INTENSIDAD DE USO	ENTORNO NATURAL		ENTORNO DE LA EXPERIENCIA RECREATIVA	
	Condiciones Ambientales, Tipo y Duración de Impactos	Visibilidad de los Impactos	Oportunidad de Aislamiento	Tipo de Uso y Actividades
Baja	<p>Ambiente natural parcialmente alterado. Impactos mínimos sobre las poblaciones de fauna.</p> <p>El área se maneja para ofrecer un medio ambiente con apariencia natural. Las evidencias de actividad antropogénica y los controles de manejo son presentes, pero sencillos sin alterar el paisaje significativamente. Posibilidad de establecer áreas de restauración.</p>	<p>Aparentes a algunos grupos de visitantes por tipo de actividad.</p>	<p>Moderada oportunidad de aislamiento; frecuencia de contactos con otros paseantes de baja a moderada. Alto grado de interacción con la naturaleza y moderado riesgo y desafío.</p>	<p>Actividades guiadas necesariamente. En algunas áreas con servicios básicos.</p>

El uso recreativo para el área de cenotes de este proyecto, se ubica dentro de una intensidad de uso Baja y la Clase de oportunidad II, que implica un uso limitado del ambiente, en el cual las actividades permitidas se limitan al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. Cualquier actividad turístico-recreativa debe realizarse con guías certificados quienes serán los responsables de tipo de uso y comportamiento de los visitantes, limitando el acceso a espacios autorizados. La señalización, letreros interpretativos y la infraestructura turística cuentan con un estilo y arquitectura que guardan armonía con el entorno. El contacto entre usuarios o grupos será de baja

interacción, con una alta oportunidad de aislamiento y soledad. Los grupos no excederán de 30 visitantes más el guía del grupo.

Por lo anteriormente expuesto, se tendrá que las actividades en los cenotes serán de bajo impacto y se propondrán las estrategias para el control de los visitantes en el siguiente Capítulo VI.

V.4.1.2 Evaluación de los impactos ambientales previstos a generar por el proyecto

Continuando con la evaluación de los impactos ambientales, se valorarán de acuerdo con la metodología ya expuesta desde un inicio y contemplando lo anteriormente expuesto con respecto a la capacidad de carga turística, por lo que, a continuación, se muestra la *Matriz de evaluación de los impactos ambientales del proyecto*, misma que permite conocer la **significancia** de los impactos por componente, factor y etapa en la que se suscitarán (ver en anexo para mejor apreciación). Para la interpretación de esta matriz, se muestran los colores correspondientes a la significancia de los impactos expuesta en la Tabla V.2.

Capítulo V

Tabla V.7 Matriz de evaluación de los impactos ambientales del proyecto.
Fuente: elaboración propia.

Componente	Factor	Impacto ambiental	Etapa	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	I	M	Valoración final	Significancia
Suelo	Cantidad	Pérdida de suelo orgánico	PS	1	1	4	4	4	1	4	4	1	8	32	13	45	No significativo
	Calidad	Modificación de la calidad del suelo	PS	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	16	7	23	Irrelevante
			C	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	16	7	23	Irrelevante
Agua subterránea	Calidad	Modificación de la calidad del agua subterránea	O y M*	1	5	8	2	2	1	1	4	8	4	36	17	53	Moderado
Aire	Calidad	Modificación de la calidad del aire	PS	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	16	7	23	Irrelevante
			C	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	16	7	23	Irrelevante
			O y M	1	1	4	1	1	1	1	4	4	1	19	7	26	Irrelevante
	Confort sonoro	Modificación del confort sonoro	PS	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	16	7	23	Irrelevante
			C	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	16	7	23	Irrelevante
			O y M	1	1	4	1	1	1	1	4	4	1	19	7	26	Irrelevante
			O y M*	1	5	8	1	1	1	1	4	8	4	34	15	49	No significativo
Flora	Cantidad	Pérdida de vegetación	PS	1	1	4	4	2	1	4	4	1	8	30	13	43	No significativo
Fauna	Hábitat	Modificación del hábitat terrestre	PS	1	1	4	4	2	1	4	4	1	4	26	13	39	No significativo
	Distribución	Desplazamiento de individuos de fauna	PS	1	1	4	4	2	1	4	4	1	1	23	13	36	No significativo
			O y M	1	1	4	4	4	1	4	4	4	4	31	13	44	No significativo
Estigofauna	Individuos	Afectación de individuos de estigofauna	O y M*	1	5	8	2	2	1	1	4	8	4	36	17	53	Moderado

Dónde: PS= Preparación del sitio, C= Construcción, O y M= Operación y Mantenimiento; IN= Intensidad, EX= Extensión, MO= Momento, PE= Persistencia, RV= Reversibilidad, SI= Sinergia, AC= Acumulación, EF= Efecto, PR= Periodicidad, MC= Recuperabilidad, I= Importancia, M= Magnitud.

Nota*: En relación a las actividades recreativas derivadas de las obras ya construidas.

V.5 Descripción y análisis de los impactos ambientales del proyecto

Una vez evaluados los impactos ambientales y su significancia, se procederá a realizar la descripción y análisis de ellos. Se presentarán los impactos ambientales de mayor a menor significancia.

V.5.1. Modificación de la calidad del agua subterránea

Este impacto ambiental se suscitará por las actividades recreativas que se realizarán durante la vida útil del proyecto, principalmente en los cenotes y cuerpos de agua artificiales, como son: nado, snorkel, buceo, navegación, entre otras actividades, así como, caminatas, consumo de alimentos, contemplación, entre otras.

Como ya fue expuesto en el Capítulo IV, de acuerdo con la morfología de los cenotes, el tamaño de la apertura en la superficie determina cuanta materia orgánica puede introducirse desde los terrenos adyacentes del suelo en épocas de lluvia, así como la entrada de la luz solar; en particular los del tipo cántaro lótico, están menos expuestos a la luz solar y tienen un tiempo de residencia o recambio de agua corto, derivado de una buena conexión hidráulica con el acuífero ¹³. Los cenotes en el proyecto son principalmente de cántaro lótico (excepto el cenote Zopilotes de tipo cántaro léntico), en los cuales la calidad del agua es considerada buena, y solo se presenta materia orgánica que de forma natural (por acción de la lluvia) cae a los cuerpos de agua; en particular en el cenote Zopilotes, se presenta mayor turbidez debido a los detritos orgánicos alóctonos que se fueron acumulando de manera natural en el fondo.

Por lo anterior, independientemente de los procesos naturales que tienen influencia en la calidad del agua de los cenotes (ajeno al proyecto), estos a diferencia de las piscinas, no reciben un tratamiento de filtración ni de regulación de microorganismos en el agua. Al sumergirse los turistas en estos cuerpos de agua de manera constante durante la vida útil del proyecto, pudieran modificar su calidad por los coliformes fecales expulsados por el cuerpo humano o piel muerta, así como por el uso de cremas, protectores solares o repelentes. Por otro lado, los turistas también producen residuos sólidos y sanitarios, los

¹³ Beddows P., Blanchon P., Escobar E., Torres-Talamante O. (s/f) Los cenotes de la península de Yucatán. Recuperado de: <https://sds.yucatan.gob.mx/cenotes-grutas/documentos/cenotes-peninsula.pdf>

cuales, si entran en contacto directo con el agua, modificarían su calidad, representando un impacto ambiental.

De acuerdo con la evaluación del impacto, en el atributo periodicidad, se evalúa como continuo, y de acuerdo al atributo extensión, el impacto se suscitará en un sitio puntual, pero en un lugar considerado como crítico, ya que se realizarán las actividades en un recurso natural de interés, por lo mismo, se aumenta la valoración en el atributo momento. Dadas las características de los cenotes, principalmente con tiempo de recambio de agua corto, la modificación de la calidad del agua puede ser asimilada de forma natural o puede mitigarse con medidas, por lo que el impacto es reversible y recuperable, y se prevé manifestarse a medio plazo. Así mismo, dada la buena calidad del agua, no se considera el impacto como acumulativo o sinérgico. Por otro lado, las actividades recreativas se realizarán en grupos controlados de no más de 30 personas y las actividades cesarán por la tarde. En el caso particular del cenote Zopilotes, las actividades en él se limitarán al nado y contemplación. En este sentido, en términos de capacidad de carga, la intensidad de las actividades será baja.

A partir de los criterios de importancia y magnitud para valorar el impacto, este resulta **moderado** el cual requiere de medidas de mitigación para no afectar la estructura del ecosistema.

V.5.2. Afectación de individuos de estigofauna

Este impacto, al igual que la modificación a la calidad del agua, se provocará por las actividades recreativas que se realizarán durante la vida útil del proyecto, que pudieran provocar la afectación de los individuos de estigofauna que se encuentran en los cuerpos de agua.

De acuerdo con los estudios de campo, respecto a los cenotes del proyecto, en ellos se presentan especies de estigofauna como son crustáceos y peces, de las cuales hay especies adaptadas a las condiciones de oscuridad por el tipo de estratificación del cenote (horizontal o vertical), así como especies móviles, como la *Rhamdia guatemalensis* que se distribuye en todos los cuerpos de agua de la cual, no se observó un efecto significativo del horario sobre la distribución de estos organismos.

Por lo anterior, se prevé que principalmente los organismos móviles, se presenten durante las actividades recreativas en los cuerpos de agua. Así mismo, las actividades recreativas dependerán de la morfología del cenote, por lo que solo se realizarán buceos controlados principalmente en los cenotes de estratigrafía horizontal (donde se presentan las especies adaptadas a la oscuridad de las cuevas). Por otro lado, ya se mencionó en el Capítulo II que, en la ambientación de los cenotes, se instalará luz subacuática, así como luz de ambientación en su parte seca; no obstante, la exposición de luz no rebasará el límite de 5 horas al día establecido en el Reglamento de la Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán en Materia de Cenotes, Cuevas y Grutas.

De acuerdo con la evaluación del impacto, en el atributo periodicidad, se evalúa como continuo, y de acuerdo al atributo extensión, el impacto se suscitará en un sitio puntual, pero en un lugar considerado como crítico, ya que se realizarán las actividades en un recurso natural de interés, por lo mismo, se aumenta la valoración en el atributo momento. Ya se ha mencionado que las actividades recreativas en los cenotes se realizarán en grupos controlados de no más de 30 personas, bajo supervisión guiada, y las actividades cesarán por la tarde, por lo que, en términos de capacidad de carga turística, la intensidad de las actividades será baja.

A partir de los criterios de importancia y magnitud para valorar el impacto, este resulta **moderado** el cual requiere de medidas de mitigación para no afectar la estructura del ecosistema.

V.5.3. Modificación del confort sonoro

Este impacto deriva tanto de las actividades recreativas que se llevarán a cabo en las obras ya construidas, como por las actividades para la construcción de las obras nuevas.

Con respecto a las obras ya desarrolladas, se tiene que se realizarán actividades recreativas en los cenotes, las cuales provocarán ruido, derivado de la presencia de los turistas, sonido de ambientación en los cenotes y sonido subacuático, dependiendo de las actividades que serán realizadas en ellos, todo lo cual, ya fue descrito en el Capítulo

El por cenote, lo que modificará el confort sonoro en estos recursos naturales, representando un impacto ambiental.

Las actividades recreativas se realizarán durante la vida útil del proyecto, por lo que de acuerdo al atributo periodicidad, la emisión de ruido será continuo y de extensión puntual, pero en recursos naturales de interés como son los cenotes, por lo que se aumenta la valoración como crítico en los atributos extensión y momento. Como ya se mencionó anteriormente, las actividades turísticas en los cenotes cesarán por la tarde y se realizarán en grupos controlados de no más de 30 personas, por lo que, en términos de capacidad de carga turística, la intensidad de las actividades será baja. Además, se prevé que las actividades no rebasen los 68 dB¹⁴, y en los casos particulares donde se lleven a cabo espectáculos, se limitará a 100 dB(A) 4 horas máximo al día, tal y como fue expuesto en el Capítulo II. En este sentido, de acuerdo con los criterios de importancia y magnitud para valorar el impacto, este resulta **no significativo**.

Con respecto a las obras nuevas, durante la operación de la maquinaria y equipo en la etapa de preparación del sitio y construcción, se emitirá ruido que modificará el confort sonoro.

En estas etapas se prevé que el ruido derivado de la maquinaria no rebase de los 85 a 95 dB¹⁵, se emitirá sólo en el punto de generación, en áreas puntuales y se dispersará conforme se aleje del sitio, siendo sólo perceptible para los trabajadores y personas cercanas al área de trabajo, y tolerable (82dB) a una distancia aproximada de entre 10 a 20 metros¹⁶, por lo que la emisión de ruido será de baja intensidad para las personas ubicadas por lo menos a 20 metros, y de recuperación rápida tras el cese de la actividad.

Por otra parte, la emisión de ruido durante la etapa de operación y mantenimiento de las obras nuevas, en particular del camino, provendrá de la circulación de vehículos de los

¹⁴ Conforme la NOM-081-SEMARNAT-1994.

¹⁵ Tomando como referencia el ruido provocado por una retroexcavadora (85-94db) y una niveladora (87-95 db) Fuente: Comunidad de Madrid 2012. Ruido y vibraciones en la maquinaria de obra. Madrid, España.

¹⁶ Mosquera, G. J. 2003. Base de datos de niveles de ruido de equipos que se usan en la construcción, para estudios de impacto ambiental. Tesis de grado. Universidad Austral de Chile.

visitantes, que, si bien, será periódico (se generará durante la vida útil del proyecto), también serán de baja intensidad y de recuperación rápida, ya que se prevé que los vehículos no rebasen los 90 dB¹⁷ y cesarán una vez que los vehículos lleguen al estacionamiento. Además, estará sujeto a la cantidad de vehículos que serán permitidos en el proyecto.

Por lo anterior, y de acuerdo a los criterios considerados para determinar la importancia y magnitud, se tiene que el impacto de modificación del confort sonoro resulta de significancia **irrelevante**, durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación de las obras nuevas.

V.5.4. Pérdida de suelo orgánico

El suelo que está conformado por minerales provenientes de la roca madre, aire, agua, cuenta con una capa superficial que contiene materia orgánica, la cual se genera a partir de fragmentos de vegetación y de la descomposición de animales. Esta materia orgánica es susceptible de perderse o degradarse por la acción de agentes externos como lo es el agua, viento o de los seres vivos, principalmente si se encuentra desprovista de vegetación (FAO, 1996¹⁸).

En razón de lo anterior, en el momento en el que se realizará el desmonte y despalme, el suelo será susceptible de perderse, y en particular con el despalme se removerá la capa superficial del terreno (capa fértil) que por sus características sea inadecuada para las cimentaciones. En este sentido, se propiciará la pérdida del suelo orgánico el cual es sustento de la vegetación, situación que representa un impacto ambiental.

Este impacto es de carácter acumulativo e irrecuperable (residual), ya que el impacto se suscitará en una zona que ya ha sido modificada por el desarrollo del proyecto, además de que será permanente, pero de intensidad baja y de extensión puntual, ya que la

¹⁷ CONAMA (2014). Estudio del nivel de ruido emitido por los vehículos del parque automovilístico valenciano y su relación con la calidad acústica de nuestras ciudades. Recuperado de: <http://www.conama2014.conama.org/conama2014/download/files/conama2014/CT%202014/1896711948.pdf>

¹⁸ FAO. 1996. Ecología y enseñanza rural. Nociones ambientales básicas para profesores rurales y extensionistas. Roma. Italia.

afectación se mantendrá acotada a las áreas destinadas a la remoción de vegetación y despalle.

Con base en lo anterior, y de acuerdo a los criterios considerados para determinar la importancia y magnitud se tiene que este impacto ambiental será **no significativo**.

V.5.5. Modificación de la calidad del suelo

La calidad del suelo se podría ver modificada durante la preparación del sitio y construcción del proyecto, para el desarrollo de las obras nuevas. Etapas en las cuales, durante la operación de maquinaria y equipo, y el movimiento continuo de ésta, pudiera suscitarse un **derrame accidental** de hidrocarburos (por ejemplo: gasolinas o diésel) o de residuos peligrosos (por ejemplo: trapos impregnados con aceite), los cuales, si tienen contacto directo con el suelo expuesto durante el desarrollo de las obras nuevas, modificarían su calidad. En caso de suscitarse un derrame accidental, la afectación sería puntual, de baja intensidad, de persistencia menor a un año y recuperable a corto plazo (la afectación se puede atender mediante medidas ambientales), por lo que de acuerdo a los criterios considerados para determinar la importancia y magnitud se tiene que este impacto ambiental resulta **irrelevante**.

V.5.6. Modificación de la calidad del aire

La operación de la maquinaria y equipo para la construcción de las obras nuevas y durante las excavaciones, emitirán gases de combustión y polvo, las cuales modificarán la calidad del aire de manera temporal durante las etapas de preparación del sitio y construcción.

Las emisiones provenientes de la maquinaria y equipo serán puntuales (en el sitio donde estarán operando), y temporales (sujetas a la duración de las actividades). Las emisiones se generarán en áreas abiertas, lo que hace que el efecto del viento sea dinámico permitiendo la dispersión de los polvos y gases de combustión rápidamente, por lo que serán de rápida recuperación tras el cese de las actividades.

Por otra parte, las emisiones durante la etapa de operación provendrán de la circulación de vehículos de los visitantes. Las cuales, si bien serán periódicas (se generarán durante

la vida útil del proyecto), también serán de baja intensidad y de recuperación rápida, ya que cesarán una vez los vehículos que lleguen al estacionamiento. Además, estarán sujetas a la cantidad de vehículos que serán permitidos en el proyecto.

Debido a lo anterior y de acuerdo a los criterios considerados para determinar la importancia y magnitud, se tiene que el impacto de modificación de la calidad del aire resulta de significancia **irrelevante**, durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación del proyecto.

V.5.7. Pérdida de vegetación

La pérdida de vegetación se dará durante la etapa de preparación del sitio por el desmonte, teniendo carácter acumulativo debido a que se adiciona a las modificaciones que se han realizado en el parque, permanente e irrecuperable (residual), pero de extensión puntual. Será de baja intensidad, ya que las especies de flora previstas a desmontar también se distribuyen en las áreas con vegetación dentro del SA, e inclusive en el área de influencia, por lo que la remoción de vegetación no comprometerá la permanencia de las especies. Por otro lado, el impacto es de extensión puntual, dentro del polígono del proyecto, por lo que no rebasará el área de influencia y, por ende, no representará efectos negativos en el SA.

Debido a lo anterior, y de acuerdo a los criterios considerados para determinar la importancia y magnitud, se tiene que el impacto pérdida de vegetación resulta **no significativo**.

V.5.8. Modificación del hábitat terrestre

Las actividades antrópicas que se desarrollan en el SA y en el área del proyecto han modificado el hábitat terrestre, por lo que este impacto se dará por la remoción de vegetación que, inherentemente, modificará las características del sitio que pueden ser fuente de alimentación y refugio para la fauna. Por lo anterior, este impacto será acumulativo y permanente, pero puntual y de extensión local, por lo que, permanecerá el impacto dentro del área de influencia del proyecto y, por ende, no representará efectos negativos en el SA. Además, la distribución de las especies de fauna no está restringida

a las áreas de desmonte y su distribución va más allá de área de influencia y SA, por lo que el desmonte, no pondrá en riesgo la permanencia de las poblaciones de fauna.

Debido a lo anterior y de acuerdo a los criterios considerados para determinar la importancia y magnitud, se tiene que el impacto modificación del hábitat resulta **no significativo**.

V.5.9. Desplazamiento de individuos de fauna

La remoción de vegetación ocasionará que la fauna que pudiera encontrarse solo en las áreas destinadas al desmonte, se desplace a otras zonas para encontrar refugio y alimentación. Así mismo, la generación de ruido tanto por el movimiento de la maquinaria durante la preparación del sitio, como por el tránsito vehicular durante la operación del proyecto, es otro factor que ocasionará su desplazamiento durante estas etapas, representando un impacto ambiental.

No obstante, ya se ha mencionado que la distribución de las especies de fauna no está restringida específicamente a las áreas de desmonte, su distribución va más allá del área de influencia y del propio SA. En este sentido, de acuerdo al atributo intensidad será bajo y se mantendrá acotado al área de afectación. Además, aun contando con vegetación en el propio polígono del proyecto y en el SA, la fauna podrá encontrar refugio y alimento en estas áreas.

Debido a lo anterior y de acuerdo a los criterios considerados para determinar la importancia y magnitud, se tiene que el impacto desplazamiento de fauna resulta **no significativo**.

V.6 Conclusiones

A raíz de que las obras y actividades que conciernen a este proyecto se desarrollarán en un medio donde ya se han realizado modificaciones por las obras existentes, la identificación de los impactos ambientales de estas obras, se estableció para la etapa de operación y mantenimiento, y por otro lado, la identificación de los impactos ambientales relacionados con las obras nuevas, se estableció para las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, reconociéndose una serie de impactos ambientales de naturaleza negativa.

Los impactos ambientales que generará el proyecto se evaluaron en términos de capacidad de carga turística y mediante metodología ampliamente reconocida en materia de evaluación de impactos ambientales, resultando en impactos **irrelevantes, no significativos** y **moderados**. Los impactos ambientales de menor significancia (irrelevantes y no significativos) derivarán de las obras nuevas, ya que serán obras puntuales ubicadas en un área modificada que no representarán efectos negativos en el SA, y los impactos ambientales de mayor relevancia (moderados), derivarán de las obras ya construidas, ya que se realizarán actividades recreativas durante la vida útil del proyecto en los recursos naturales de interés que son los cenotes. No obstante, independientemente de ello, ningún impacto ambiental del proyecto comprometerá la continuidad de los procesos naturales que se desarrollan en el SA.

El proyecto tiene como atractivo principal y natural los cuerpos de agua denominados cenotes, en los cuales versan las actividades recreativas de las obras ya construidas, razón por la cual, al ser un área de interés, se realizó una prospección en términos de capacidad de carga turística en estos cuerpos de agua, teniendo como resultado que las actividades permitidas serán de bajo impacto. Las actividades a realizar se mantendrán limitadas a grupos controlados de 30 visitantes y bajo supervisión guiada. Además, las actividades a realizar dependerán de las características de los cenotes, con la finalidad de conservar las especies que se presentan en cada uno, así bien, la iluminación en los cenotes no durará más de 5 horas y se prevé que las actividades no rebasen los límites máximos permisibles en la NOM-081-SEMARNAT-1994. No obstante, se deberán implementar medidas ambientales con la finalidad de conservar la estructura de estos recursos naturales.

Por otro lado, si bien, el proyecto contempla tres obras nuevas, solo dos requieren la remoción vegetación para la construcción (camino y baños), lo cual será de manera puntual, y no representará efectos negativos en el SA. Las especies de flora reportadas, también se distribuyen en las áreas con vegetación dentro del SA, e inclusive en el propio polígono del proyecto, por lo que, la remoción de vegetación en áreas puntuales, en ningún momento comprometerá su permanencia. Así mismo, si bien, con el desarrollo de las obras nuevas se desplazará y se modificará el hábitat de la fauna terrestre, su distribución no está restringida específicamente a las áreas puntuales de desmonte, y va

más allá del área de influencia y del propio SA, por lo que, aun contando con vegetación en el propio polígono del proyecto y en el SA, la fauna podrá encontrar refugio y alimento en estas áreas.

Por lo anteriormente expuesto, los impactos ambientales que derivarán del proyecto se mantendrán acotados al área de influencia y, por ende, no representará efectos negativos en el SA.

Independientemente de la significancia de los impactos evaluados, para todos ellos se implementarán medidas que se detallan en el Capítulo VI, y se les dará seguimiento con la finalidad de asegurar su efectividad.

Capítulo VI

MIA-P

“DESARROLLO ECOTURISTICO XIBALBÁ, OBRAS ADICIONALES”

*MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS
AMBIENTALES.*



Contenido

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.	4
VI.1 Introducción.....	4
VI.2 Plan de Monitoreo y Manejo Ambiental (PMMA).....	4
VI.2.1. Objetivos del PMMA	4
VI.2.2. Objetivos particulares del PMMA.....	5
VI.2.3. Metas del PMMA	5
VI.2.4. Ejecución y supervisión del PMMA.....	5
VI.2.5. Estructura del Plan de Monitoreo y Manejo Ambiental.	6
VI.2.6. Programas Ambientales	12
VI.2.7. Medidas adicionales	25
VI.2.8. Programas de Monitoreo y Seguimiento.....	29

Tablas y figuras

Figura VI-1 Estructura del Plan de Vigilancia Ambiental.	7
Figura VI-2 Ejemplo de contenedores de residuos sólidos urbanos.....	15
Figura VI-3. Ejemplo de almacén temporal de residuos sólidos urbanos.	16
Figura VI-4 Ejemplos de almacén temporal de residuos peligrosos.	17
Figura VI-5 Ejemplo de letreros informativos que se pretenden establecer en el proyecto.	24
Figura VI-6 Ejemplo de señalización restrictiva que se pretende establecer en el proyecto.	24
Figura VI-7 Ejemplo de carteles para promover la conservación de la fauna que se pretende establecer en el proyecto.	25

Figura VI-8 Ejemplo de carteles para promover la conservación de la flora que se pretende establecer en el proyecto.	25
Tabla VI-1 Medidas preventivas, de mitigación y/o compensación de los impactos ambientales.	8
Tabla VI-2 Residuos que podrían generarse en el proyecto.....	12
Tabla VI-3 Separación y clasificación de residuos sólidos urbanos en los sitios de generación.....	14
Tabla VI-4 Indicadores ambientales del Programa de Manejo Integral de Residuos.	19
Tabla VI-5 Pláticas de protección de los componentes agua y suelo.....	22
Tabla VI-6 Pláticas de protección del componente vegetación.	22
Tabla VI-7 Pláticas de protección del componente fauna.....	23
Tabla VI-8 Pláticas para manejo adecuado de residuos.	23
Tabla VI-9 Indicadores ambientales del Programa de Protección y Conservación de Fauna.	33
Tabla VI-10 Rangos de clasificación del ICA.	36
Tabla VI-11 Indicador de calidad de agua respecto al contenido bacteriológico.	37
Tabla VI-12 Parámetros a evaluar en las campañas de Monitoreo de Calidad del Agua.	38
Tabla VI-13 Indicadores ambientales del Programa de Monitoreo de la Calidad del Agua.	39

VI.MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

VI.1 Introducción

La **Evaluación de Impacto Ambiental** permite plantear opciones de desarrollo que sean compatibles con la preservación del medio ambiente y la conservación de los recursos naturales, ya que está dirigida a efectuar el análisis detallado de un proyecto de desarrollo y del sitio donde se pretende establecer para identificar y cuantificar los posibles impactos ambientales que puede ocasionar su ejecución y, de esta manera, establecer la factibilidad ambiental del proyecto y, en su caso, establecer las condiciones para su ejecución y las medidas ambientales necesarias para evitar o reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

Una vez que en el Capítulo anterior se identificaron y evaluaron los impactos ambientales potenciales a generar por el proyecto, y atendiendo lo establecido en el Artículo 30 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), en el presente Capítulo se establecen y describen las estrategias de prevención y mitigación de los impactos ambientales.

En este sentido, se proponen y desarrollan las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para el proyecto, las cuales deberán cumplirse a fin de atender cada uno de los impactos ambientales identificados; por tal motivo, se propone un instrumento de cumplimiento denominado Plan de Monitoreo y Manejo Ambiental.

VI.2 Plan de Monitoreo y Manejo Ambiental (PMMA)

El **Plan de Monitoreo y Manejo Ambiental** es un instrumento que establece los parámetros para el seguimiento de la correcta ejecución de todas las acciones y medidas ambientales diseñadas para atender los impactos ambientales previstos a generar por el proyecto y, de esta forma, asegurar un desempeño ambiental adecuado durante toda su vida útil, además de que facilita la generación de información confiable sobre el impacto real del proyecto.

VI.2.1.Objetivos del PMMA

Los objetivos del Plan de Monitoreo y Manejo Ambiental son los siguientes:

- Prevenir, mitigar y compensar los impactos ambientales previstos a generar por las actividades del proyecto en sus diferentes etapas.
- Asegurar el cumplimiento de las leyes, reglamentos, ordenamientos y normas ambientales vigentes aplicables al proyecto.

VI.2.2.Objetivos particulares del PMMA

- Verificar que cada una de las medidas que se proponen se realicen en apego a lo establecido para el proyecto.
- Dar seguimiento a la aplicación de cada uno de los programas, determinando su eficiencia y, en su caso, proponer medidas adicionales.
- Verificar el estricto cumplimiento de la legislación y la normatividad ambiental vigente aplicables al proyecto.
- Integrar la información y evidencias documentales necesarias sobre el desarrollo del proyecto y la forma en que se atenderán los impactos ambientales, con la finalidad de informar periódicamente a las autoridades que así lo requieran.

VI.2.3.Metas del PMMA

El Plan de Monitoreo y Manejo Ambiental tienen como meta establecer las estrategias, acciones y mecanismos necesarios que permitan atender los impactos identificados, a través de medidas específicas para prevenirlos, mitigarlos y/o compensarlos durante las diferentes etapas del proyecto.

VI.2.4.Ejecución y supervisión del PMMA

Para asegurar que se implementará el PMMA, la promovente designará a un profesional como *Responsable ambiental*, quien tendrá la función de coordinar y asegurar la ejecución de las estrategias de acción, y que se recaben e informen sistemática y continuamente los datos y la información que permita evaluar la eficiencia de las medidas propuestas.

Por su parte, la supervisión del PMMA tendrá la función de visualizar el tipo de atención que se le dará a cada uno de los impactos ambientales identificados para el proyecto,

para garantizar la aplicación de las medidas propuestas, así como el alcance de las metas y objetivos de los programas ambientales.

De esta forma, se designará a un **supervisor ambiental**, quien actuará de forma autónoma a la promovente para vigilar y evaluar continuamente la correcta ejecución del PMMA, siguiendo los lineamientos establecidos por los indicadores ambientales y la legislación ambiental vigente aplicable al proyecto durante su desarrollo. Dicho supervisor, contará con un amplio conocimiento y experiencia en seguimiento a los aspectos ambientales técnicos, para identificar oportunamente deficiencias en la aplicación de las medidas, y comunicarlo a la promovente para que esta realice los ajustes o se modifiquen los procedimientos de ejecución para alcanzar el resultado esperado.

VI.2.5. Estructura del Plan de Monitoreo y Manejo Ambiental.

El **PMMA** del proyecto está conformado por los siguientes:

- *Programas ambientales*, los cuales conjuntan dos o más medidas ambientales implementadas bajo un protocolo específico.
- *Medidas adicionales*, acciones que, al no requerir una metodología específica para su implementación, se abordarán como medidas independientes.
- *Programas de monitoreo y seguimiento*, los cuales están diseñados para verificar la conservación y mantenimiento de los diferentes componentes ambientales durante la operación del proyecto.

En la siguiente figura (anexa en formato digital) se muestra la estructura del Plan de Monitoreo y Manejo Ambiental del proyecto.

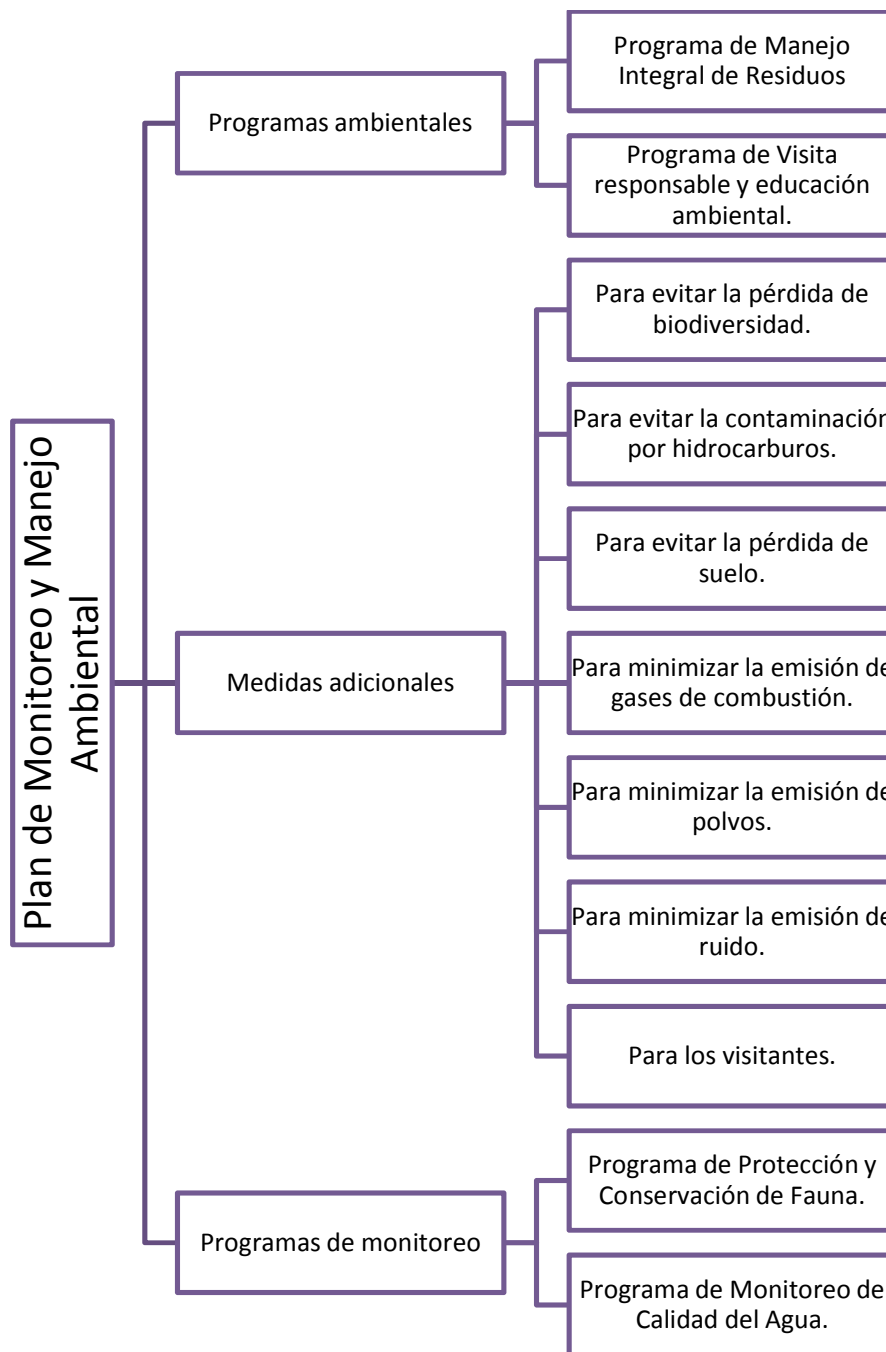


Figura VI-1 Estructura del Plan de Monitoreo y Manejo Ambiental.

De acuerdo a la figura anterior, en la siguiente tabla (también anexa en formato digital) se describen las medidas preventivas, de mitigación y/o compensación, contenidas en los programas ambientales, y las medidas adicionales y los impactos ambientales a los que se han asociado.

Tabla VI-1 Medidas preventivas, de mitigación y/o compensación de los impactos ambientales.

Componente	Factor Ambiental	Impacto Ambiental	Medida Ambiental	Programa o Medida Adicional.
Suelo	Cantidad	Pérdida de suelo orgánico.	Rescate y reutilización de la capa orgánica del suelo despalmado.	Medidas adicionales para evitar la pérdida de suelo.
			Se realizará el desmonte y despalme gradual.	
			Se colocará protección al suelo orgánico rescatado para disminuir los efectos de la erosión.	
	Calidad	Modificación de la calidad del suelo.	Manejo integral de residuos.	Programa de Manejo Integral de Residuos.
			Capacitación de los empleados y visitantes respecto a la protección del suelo y agua, y al manejo de residuos.	Programa de Visita Responsable y Educación Ambiental.
			Quedará prohibido realizar mantenimientos preventivos o correctivos sobre el suelo natural.	Medidas adicionales para evitar la contaminación con hidrocarburos.
			Uso de kit de atención a derrames de hidrocarburos.	
			Uso de charolas utilitarias para contención de contenedores de hidrocarburos.	
	Agua subterránea	Calidad	Modificación de la calidad del agua.	Manejo integral de residuos.

Componente	Factor Ambiental	Impacto Ambiental	Medida Ambiental	Programa o Medida Adicional.
			Capacitación de los empleados y visitantes respecto a la protección del suelo y agua, y al manejo de residuos.	Programa de Visita Responsable y Educación Ambiental.
Aire	Calidad	Modificación de la calidad del aire.	Verificar el correcto funcionamiento de la maquinaria, equipo y vehículos previo a su operación.	Medidas adicionales para minimizar la emisión de gases de combustión.
			Se prohibirán todo tipo de incineraciones dentro del área del proyecto.	
			Sustitución de vehículos y maquinaria con emisiones fuera de norma.	
			Revisión técnica de la maquinaria y equipo de combustión interna previa a su ingreso al área del proyecto.	
			Mantenimientos preventivos y periódicos a maquinaria, equipo de combustión interna y vehículos.	Medidas adicionales para minimizar la emisión de polvos.
			Se realizarán únicamente los movimientos de suelo que sean estrictamente necesarios.	
			Se establecerán límites máximos de circulación.	
			Se realizarán riesgos de terracerías con circulación de vehículos.	

Componente	Factor Ambiental	Impacto Ambiental	Medida Ambiental	Programa o Medida Adicional.
	Confort sonoro	Modificación del confort sonoro.	Mantenimientos preventivos y periódicos a maquinaria, equipo de combustión interna y vehículos Quedará prohibido el uso de sirenas y fuentes de ruido innecesarias.	Medidas adicionales para minimizar la emisión de ruido.
Flora	Cantidad	Pérdida de vegetación.	Rescate y reubicación de individuos de flora nativa, de lenta regeneración, listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, y/o bajo Índice de Valor de Importancia en las áreas a desmontar.	Medidas adicionales para evitar la pérdida de biodiversidad.
			Capacitación de los empleados y visitantes para la protección de la flora.	Programa de Visita Responsable y Educación Ambiental.
Fauna	Hábitat	Modificación del hábitat terrestre.	Implementación de estímulos auditivos para ahuyentamiento de fauna durante la preparación de sitio.	Medidas adicionales para evitar la pérdida de biodiversidad.
			Rescate y reubicación de fauna silvestre herida, atrapada, o peligrosa que llegara a presentarse en el área del proyecto durante la construcción del camino y torre o durante la operación.	
			Atención hasta la reubicación de fauna herida o lastimada que haya sido rescatada en el área del proyecto.	

Componente	Factor Ambiental	Impacto Ambiental	Medida Ambiental	Programa o Medida Adicional.
	Distribución	Desplazamiento de individuos de fauna.	Capacitación de los empleados y visitantes para la protección de la fauna.	Programa de Visita Responsable y Educación Ambiental.
			Rescate y reubicación de fauna silvestre herida, atrapada, o peligrosa que llegara a presentarse en el área del proyecto durante la construcción del camino y torre o durante la operación.	Medidas adicionales para evitar la pérdida de biodiversidad.
			Se establecerán límites máximos de circulación.	Medidas adicionales para minimizar la emisión de polvos.
Estigofauna	Individuos	Afectación de individuos de estigofauna.	Capacitación de los empleados y visitantes para la protección de la fauna.	Programa de Visita Responsable y Educación Ambiental.
			Ahuyentamiento temporal de estigofauna, durante la operación del proyecto.	Medidas adicionales para evitar la pérdida de biodiversidad.
			Capacitación de los empleados y visitantes para la protección de la vida silvestre incluyendo la estigofauna.	Programa de Visita Responsable y Educación Ambiental.

VI.2.6. Programas Ambientales

Los programas ambientales son procedimientos que integran dos o más medidas ambientales que serán aplicadas bajo protocolos específicos, siguiendo objetivos y metas claras y con un seguimiento a través de indicadores ambientales. En particular y considerando los impactos ambientales previstos a generar por el proyecto, así como su significancia, se proponen los siguientes Programas Ambientales para prevenir, mitigar y/o compensar dichos impactos.

VI.2.6.1 Programa de Manejo Integral de Residuos

Introducción

Durante la etapa de preparación de sitio y construcción del camino, la antena y los baños así como en la etapa operativa del proyecto se generarán inevitablemente materiales o productos que se desecharán derivados de la presencia de personas, y con la finalidad de evitar o disminuir los riesgo de contaminación del suelo y agua por la generación y manejo de estos residuos, se plantea el **Programa de Manejo Integral de Residuos**, el cual considera una serie de acciones sistematizadas para manejar y disponer los residuos de acuerdo con su clasificación.

Considerando las actividades y materiales que podrían utilizarse durante el desarrollo del proyecto, se prevé que los residuos a generar sean los siguientes:

Tabla VI-2 Residuos que podrían generarse en el proyecto.

Tipo de residuo ¹	Clasificación	Descripción
Residuos sólidos urbanos	Orgánicos	Residuos de comida como restos de frutas, verduras, carnes, salsas y semillas.
	Inorgánicos	Papel, cartón, aluminio, plástico, vidrio, empaques de alimentos, etc.
Residuos de manejo especial	Desmonte y despalde.	Suelo orgánico y residuos vegetales por la apertura del camino.
		Envases y embalajes de sustancias químicas e hidrocarburos.

¹ Clasificación de residuos que serán generados en el proyecto (LGPGIR, 2021).

Tipo de residuo ¹	Clasificación	Descripción
Residuos peligrosos.	Materiales impregnados	Residuos misceláneos sólidos impregnados de solventes utilizados en mantenimientos preventivos y correctivos de maquinaria y equipos de combustión interna.
	con residuos peligrosos.	Residuos sólidos impregnados utilizados en atención a fugas o derrames en el eventual caso de fallas mecánicas que impliquen hidrocarburos.

Objetivo general

Prevenir la contaminación del suelo y agua mediante la implementación de un manejo adecuado por cada tipo de residuos a generar por el proyecto.

Objetivos particulares

- Establecer un protocolo de acción a implementar por cada tipo de residuo generado en el proyecto.
- Mantener todas las áreas del proyecto permanentemente limpias de los residuos generados.
- Contar con espacios acondicionados específicos para el almacenamiento temporal de los residuos generados en cada etapa.
- Evitar dispersión de residuos en las áreas de generación mediante la clasificación y separación como indican las normas y aplicaciones legales en materia de residuos, y criterios de buenas prácticas ambientales.
- Disminuir el porcentaje de residuos generados en la preparación de sitio y construcción, con disposición final, optando por el reciclaje y reutilización.

Metas

- Disponer, en sitios autorizados, el 100% de los residuos sólidos urbanos generados, con preferencia al reciclaje y reutilización de los residuos.
- Disponer, en sitios autorizados, el 100% de los residuos peligrosos generados.
- Disponer el 100% de aguas residuales en sitios autorizados para su tratamiento.

Responsable del desarrollo del programa

El responsable de la ejecución y desarrollo del programa será la promotora a través del responsable ambiental quien, a su vez, asegurará que todo el personal que se desempeñe en el proyecto así como los visitantes, cumplan con las medidas de manejo de los residuos que se generen.

Medidas preventivas

Para cumplir con las metas y objetivos establecidos en el Programa de Manejo Integral de Residuos, se proponen las siguientes medidas específicas:

- Separación y clasificación de residuos en el sitio de generación.
- Acopio temporal de residuos de acuerdo a su clasificación.
- Manejo y disposición de aguas residuales.
- Manejo y disposición de residual vegetal y suelo.
- Disposición de residuos de acuerdo a su clasificación.

Metodología de implementación de las medidas propuestas

Las medidas propuestas se implementarán bajo los siguientes protocolos.

Separación y clasificación de residuos en el sitio de generación

Los residuos sólidos urbanos que se generen durante la etapa operativa del proyecto, serán separados y clasificados en los sitios de generación y se colocarán en contenedores identificados como se indica en la siguiente tabla (anexa en formato digital).

Tabla VI-3 Separación y clasificación de residuos sólidos urbanos en los sitios de generación.

Residuo	Descripción	Lugar de clasificación	Tipo de contenedor
Orgánicos	Residuos de comida, restos de fruta, etc.	Áreas de comedores. Zonas turísticas.	Contenedor temático con interior plástico o metálico, identificado con color verde, con tapa y rotulado.
Inorgánicos	Papel y cartón.	Área administrativa.	Contenedor plástico o metálico identificado con color amarillo y rotulado.

Residuo	Descripción	Lugar de clasificación	Tipo de contenedor
	Metal y aluminio.	Áreas de comedores. Zonas turísticas.	Contenedor temático con interior plástico o metálico, identificado con color azul, con tapa y rotulado.
	Plástico (PET).	Áreas de comedores. Zonas turísticas.	Contenedor temático con interior plástico o metálico, identificado con color azul marino, con tapa y rotulado.
	No reciclables.	Áreas de comedores. Zonas turísticas.	Contenedor temático con interior plástico o metálico, identificado con color gris o café, con tapa y rotulado.

En la siguiente figura se incorpora un ejemplo de los contenedores que se implementarán en la etapa operativa del proyecto.



Figura VI-2 Ejemplo de contenedores de residuos sólidos urbanos.

En el caso de los residuos peligrosos, los contenedores serán colocados en los frentes de trabajo activos durante la apertura del camino y la construcción de la antena y los baños, donde se presente maquinaria y/o equipo de combustión interna en operación. Se colocará un máximo de dos contenedores (uno para residuos líquidos y otro para residuos sólidos impregnados o suelo contaminado).

Los contenedores para residuos peligrosos serán tambos metálicos de 200 l de color rojo, con tapa y rotulados para el tipo específico de residuo que contendrán; adicionalmente, estarán colocados sobre una base impermeable para evitar derrames accidentales y la contaminación del suelo.

Una vez que los contenedores, tanto de residuos sólidos urbanos como peligrosos, se encuentren al 80% de su capacidad, se procederá al traslado de los residuos en un almacén temporal que, de acuerdo al tipo de residuo, contará con las condiciones necesarias para evitar su dispersión. En el caso de los residuos orgánicos, serán trasladados al área de compostaje para el mantenimiento de las áreas ajardinadas.

Almacenamiento temporal de residuos de acuerdo con su clasificación.

Los acopios temporales para los residuos inorgánicos valorizables e inorgánicos no valorizables, serán contenedores o tolvas de almacenamiento como se ejemplifica en la siguiente figura (anexa en formato digital), dentro de áreas delimitadas y señalizadas como almacenes temporales de residuos, que además contarán con la infraestructura y características necesarias para proteger los residuos hasta su disposición.



Figura VI-3. Ejemplo de almacén temporal de residuos sólidos urbanos.

Los residuos peligrosos que pudieran ser generados durante la etapa de preparación de sitio, serán trasladados a un Almacén Temporal de Residuos Peligrosos (ATRP), donde serán envasados y etiquetados adecuadamente de acuerdo con su peligrosidad e incompatibilidad, de tal forma que puedan prevenirse fugas, derrames, explosiones e

incendios. En la siguiente figura (anexa en formato digital) se presenta un ejemplo de ATRP.



Figura VI-4 Ejemplo de almacén temporal de residuos peligrosos para el proyecto.

En caso de ser generados, una vez que se ingresen los residuos peligrosos al ATRP, se llenará una bitácora de entrada con la fecha de generación de los residuos y la identificación de cada uno de ellos. Las características del almacén, y el manejo de los residuos dentro de él, cumplirán con las características básicas establecidas en el artículo 82², del reglamento de la LGPGIR y su disposición será previa a un periodo de seis meses a partir de su generación en sitios autorizados para su manejo.

Los **residuos de manejo especial** producto de las actividades de desmonte y despalme, serán transportados directamente a un área de acopio temporal donde se resguardarán hasta su reutilización en el mantenimiento de áreas ajardinadas.

² Condiciones básicas para áreas de almacenamiento: a) Estar separadas de las áreas de producción, servicios, oficinas y materias primas o productos terminados; b) Estar ubicadas en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones; c) Contar con dispositivos para contener posibles derrames; d) Pisos con pendientes y canales que conduzcan los derrames a fosas de retención; e) Contar con pasillos que permitan el tránsito; f) Contar con sistemas de extinción de incendios y equipos de seguridad; g) Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los residuos peligrosos almacenados; h) Almacenamiento en recipientes identificados; i) Una altura máxima de estiba de tres tambores en forma vertical.

Manejo de aguas residuales.

Durante todas las etapas del proyecto, tanto los trabajadores como los visitantes harán uso de las instalaciones con sanitarios ya existentes, las cuales serán dirigidas a una planta de tratamiento ya autorizada. Cabe señalar que el 100% de las aguas residuales del proyecto serán dirigidas a la planta de tratamiento del proyecto, quedando prohibida la defecación o vertimiento de estas en sitios diferentes a los diseñados para tal fin.

Manejo de residual vegetal y suelo

Durante el despalle del área destinada al camino, la antena, y los baños rehollada se separará todo el suelo removido entre los primeros 20 cm de profundidad (suelo orgánico). El suelo recuperado, así como el residual vegetal producto de desmonte serán trasladados al área de compostaje para incorporarlos al proceso, donde servirá como mejorador de suelo para las áreas ajardinadas. Adicionalmente, aquel suelo y residual vegetal que no sea ocupado en el compostaje, será acamellonado y protegido en un área temporal hasta el momento de su reutilización.

El área de resguardo temporal deberá contar con las siguientes características:

- No ocupar zonas de vegetación arbórea o arbustiva.
- Delimitado y señalizado como “Área de Acopio Temporal de Suelo Orgánico”.
- Evitar zonas con pendientes pronunciadas.
- Acopiarse retirado de zonas y actividades que pudieran contaminarlo.
- Retirado de cuerpos de agua superficiales.

Una vez en el área de acopio temporal, al suelo orgánico se le colocará encima la vegetación removida para evitar la erosión eólica y reducir el impacto del goteo y arrastre de la lluvia. Posteriormente, el residual será triturado o troceado y mezclado con el suelo para incorporarlo en las actividades de reubicación de flora.

Disposición de residuos de acuerdo a su clasificación

Como se mencionó anteriormente, los residuos orgánicos serán dispuestos en un área para compostaje que serán utilizados posteriormente en el mantenimiento de las áreas ajardinadas. Los residuos inorgánicos serán recolectados por el transporte de operación,

para ser llevados a centros de acopio externos, y en caso de los residuos no valorizables serán recolectados por los camiones municipales para disponerlos en el relleno sanitario municipal o en el sitio que indique la autoridad competente.

Los residuos peligrosos (en caso de ser generados) serán dispuestos en sitios autorizados, a través de un proveedor externo con autorizaciones para el manejo, transporte y disposición de los residuos.

Indicadores ambientales

Para corroborar la correcta aplicación de las medidas propuestas y su eficiencia para alcanzar las metas y objetivos planteados, en el presente programa se recopilará periódicamente información que contenga los datos necesarios para la generación de indicadores ambientales. En la siguiente tabla (anexa en formato digital) se presentan los indicadores de realización y eficiencia, así como la documentación necesaria requerida para el **Programa de Manejo Integral de Residuos**.

Tabla VI-4 Indicadores ambientales del Programa de Manejo Integral de Residuos.

Indicadores de realización	Indicadores de eficiencia	Puntos de comprobación.
<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de residuos generados por tipo. • Cantidad de residuos valorizados por tipo. • Cantidad de residuos dispuestos en relleno sanitario por tipo. • Volumen de aguas residuales generadas. • Volumen de aguas residuales vertidas en la planta de tratamiento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Porcentaje de residuos sólidos urbanos dispuestos en sitios autorizados respecto a los generados. • Porcentaje de residuos peligrosos dispuestos en sitios autorizados respecto a los generados. • Porcentaje de aguas residuales dispuestas en la planta de tratamiento respecto a las generadas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Comprobante de retiro y disposición de residuos por tipo. • Bitácora de generación de residuos por tipo. • Permisos o autorizaciones de manejo y transporte de residuos por tipo. • Evidencia fotográfica de cada una de las actividades de manejo.

VI.2.6.2 Programa de Visita Responsable y Educación Ambiental.

Introducción

En materia ambiental, la educación desempeña un rol esencial para prevenir y erradicar los problemas ambientales que actualmente abaten a la humanidad, a partir del fomento de la participación y cooperación consciente de los actores que involucren el proceso de conservación del medio ambiente, de modo que se logre armonizar eficientemente la relación entre la sociedad y la naturaleza.

Con base en esto, la visita responsable forma parte de una nueva tendencia que se intenta implementar y promover en muchas zonas que son ocupadas para actividades turísticas. La definición de visita responsable lleva implícita la conservación del medio ambiente basada en el conocimiento del visitante sobre las cualidades del ecosistema en el que esta interactuando y la concientización del impacto de sus actividades sobre este.

Por lo anterior, se proponen una serie de acciones para favorecer la conciencia ambiental entre el personal y los visitantes al proyecto, a través de la implementación del Programa de Visita Responsable y Educación Ambiental, el cual además incluye la colocación de señalamientos distribuidos en el área del proyecto para promover buenas prácticas ambientales e informar las obligaciones ambientales bajo las que este operará.

Objetivo general

Difundir, informar y concientizar al personal y los visitantes involucrados en las diferentes actividades del proyecto, sobre las acciones que puedan generar impactos al medio ambiente, y la forma de protección de los diferentes componentes ambientales.

Objetivos particulares

Se consideran los siguientes objetivos particulares.

- Capacitar al personal que labore en el proyecto para llevar a cabo las actividades conforme a lo establecido en el Plan de Monitoreo y Manejo Ambiental.
- Concientizar y sensibilizar a los visitantes para que cuiden el ambiente y a su vez les permita disfrutar de la naturaleza en un ambiente de respeto y cuidado.

- Informar al personal y los visitantes sobre sus obligaciones ambientales y sobre las actividades restringidas o prohibidas dentro del área del proyecto.

Responsable del desarrollo del proyecto

El responsable de la ejecución y desarrollo del programa será la promovente a través del responsable ambiental. Todas las actividades incluidas en el programa deberán ser coordinadas por el responsable ambiental, el cual garantizará que todo el personal y los visitantes cuenten con la información necesaria para llevar a cabo sus actividades durante su estancia de una forma ambientalmente responsable.

Medidas específicas

Para cumplir con los objetivos del programa se llevarán a cabo las siguientes medidas:

- Se impartirán pláticas de capacitación y concientización a los trabajadores implicados en las actividades del proyecto en materia ambiental.
- Se brindarán pláticas de concientización e información a los visitantes, donde se incluyan las medidas de cuidado al ambiente y las acciones permitidas y restringidas durante su visita y permanencia en el área del proyecto.
- Colocación de señalización ambiental distribuida en las diferentes áreas del proyecto.

Metodología

La metodología a seguir será conforme a la protección de los diferentes componentes como se describe a continuación:

Protección de suelo y agua

Como refuerzo para la adecuada implementación de las **Medidas para prevenir la contaminación por hidrocarburos y Medidas adicionales para los visitantes** (descritas en el siguiente apartado como medidas adicionales), y el **Programa de Manejo Integral de Residuos**, se realizará la capacitación al personal involucrado en el proyecto y los visitantes, para informar y concientizar sobre la responsabilidad con la que se deberán ejecutar todas las actividades en función de su protección. Entre los temas que se abordarán en las pláticas ambientales estarán los de la siguiente tabla.

Tabla VI-5 Pláticas de protección de los componentes agua y suelo.

Principales temas a abordar	Empleados	Visitantes
Importancia de la conservación y protección del agua y suelo	X	X
Formas de protección del suelo y agua.	X	X
Actividades que generan impactos negativos al agua y el suelo	X	X
Protocolo de acción para la prevención y control de fugas y derrames de hidrocarburos provenientes de eventuales fallas mecánicas de equipos de combustión interna y maquinaria.	X	
Actividades prohibidas dentro del área del proyecto (uso de cremas y bloqueadores, quema de residuos, defecación al aire libre, mantenimiento fuera de áreas destinadas para este fin, etc.).	X	X

Protección de la vegetación.

Como refuerzo para la adecuada implementación de las **Medidas Adicionales para Evitar la Pérdida de Biodiversidad**, se realizará la capacitación al personal involucrado en el proyecto y los visitantes, para informar y concientizar sobre la responsabilidad con la que se deberán realizar las actividades del proyecto en función de la protección de la flora silvestre. Entre los temas que se deberán abordar en las pláticas ambientales, estarán los de la siguiente tabla.

Tabla VI-6 Pláticas de protección del componente vegetación.

Principales temas a abordar	Empleados	Visitantes
Diversidad e importancia de la flora silvestre en el área del proyecto.	X	X
Especies de flora más vulnerables y su forma de protección.	X	X
Actividades que generan impactos a la vegetación.	X	X
Prohibición de recolección, extracción y/o comercialización de flora silvestre.	X	X

Protección de la fauna.

Como refuerzo para la adecuada implementación de las **Medidas Adicionales para Evitar la Pérdida de Biodiversidad**, se realizará la capacitación al personal involucrado en el proyecto y los visitantes, para informar y concientizar sobre la responsabilidad con la que se deberán ejecutar las actividades del proyecto en función de la protección de la fauna silvestre. Entre los temas que se deberán abordar en las pláticas ambientales estarán los de la siguiente tabla.

Tabla VI-7 Pláticas de protección del componente fauna.

Principales temas a abordar	Empleados	Visitantes
Diversidad e importancia de la fauna silvestre acuática y terrestre en el área del proyecto.	X	X
Actividades que generan impactos negativos a la fauna silvestre.	X	X
Especies vulnerables en el área del proyecto y su forma de protección.	X	X
Prohibición de intimidación, caza, captura, extracción, o comercialización de la fauna silvestre terrestre y acuática.	X	X
Límites máximos permisibles de circulación dentro del área del proyecto.	X	X
Protocolos de acción al encontrar fauna atrapada, herida, nerviosa o peligrosa en los frentes de trabajo.	X	
Protocolos de notificación al encontrar fauna atrapada, herida, nerviosa o peligrosa en las áreas turísticas del proyecto.		X

Manejo de Residuos.

Como refuerzo para la adecuada implementación del **Programa de Manejo Integral de Residuos**, se realizará la capacitación al personal involucrado en el proyecto y los visitantes, para informar y concientizar sobre la responsabilidad con la que deberán ejecutar las actividades del proyecto en función de un manejo adecuado de residuos. Entre los temas que se deberán abordar en las pláticas ambientales estarán los de la siguiente tabla.

Tabla VI-8 Pláticas para manejo adecuado de residuos.

Principales temas a abordar	Empleados	Visitantes
Importancia de la segregación de los residuos.	X	X
Formas de contaminación por residuos.	X	X
Manejo de residuos de común generación.	X	X
Orden y limpieza de las áreas de trabajo y almacenes.	X	
Limpieza y manejo de residuos proveniente de fugas y derrames de hidrocarburos de la maquinaria y equipos de combustión interna.	X	
Manejo de residuos peligrosos de generación común.	X	X

Colocación de señalización

Dentro del área del proyecto, se colocarán señalamientos informativos, preventivos y restrictivos sobre el manejo y disposición de los residuos, cuidado y protección de vida

silvestre y prevención de la contaminación del suelo y agua. También se colocarán algunos señalamientos que se indiquen las áreas de segregación y colocación de los diferentes tipos de residuos, y la rotulación de sus contenedores.

Adicionalmente se colocarán letreros informativos exteriores a la obra, referentes a las diversas actividades que se realicen y en caso de ser necesario letreros de precaución, además se colocarán letreros de sensibilización ambiental dando las pautas o mensajes referidos a la conservación o mejora del medio ambiente.

En las siguientes figuras se muestran ejemplos de señalización que se pudiera utilizar en el proyecto.

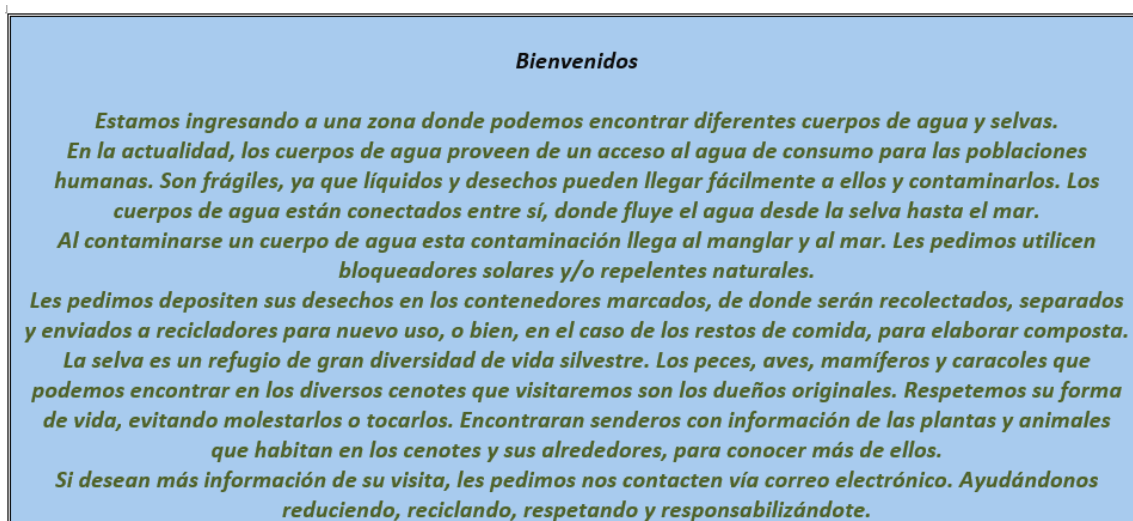


Figura VI-5 Ejemplo de letreros informativos que se pretenden establecer en el proyecto.



Figura VI-6 Ejemplo de señalización restrictiva que se pretende establecer en el proyecto.



Figura VI-7 Ejemplo de carteles para promover la conservación de la fauna que se pretende establecer en el proyecto.



Figura VI-8 Ejemplo de carteles para promover la conservación de la flora que se pretende establecer en el proyecto.

VI.2.6.3 Puntos de comprobación

La comprobación en sitio y documental de la aplicación de las medidas se efectuará de la manera siguiente:

- Listas de asistencia de las capacitaciones y pláticas.
- Evidencia fotográfica de las capacitaciones y colocación de señalamientos.

VI.2.7. Medidas adicionales

Las medidas adicionales son acciones puntuales que ejecutará la promovente para prevenir y mitigar principalmente los impactos ambientales no significativos que se prevén por el desarrollo del proyecto y se describen a continuación.

VI.2.7.1 Medidas adicionales para evitar la pérdida de biodiversidad

Como se mencionó en el Capítulo V, las actividades de desmonte se llevarán a cabo únicamente en el área del camino y los baños rehollada ya que el área propuesta para la antena no cuenta con vegetación, por lo que el impacto de pérdida de vegetación y la pérdida de hábitat identificados se restringen a éstas áreas; sin embargo, para evitar la pérdida de la biodiversidad ahí existente, se proponen las siguientes medidas de prevención y mitigación.

- Los individuos de flora silvestre nativa, de lenta regeneración, listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 o de bajo Índice de Valor de Importancia (IVI) que pudiera presentarse en las áreas a desmontar, serán rescatados y resguardados en un área de mantenimiento temporal, hasta su reubicación en áreas ajardinadas o áreas de vegetación degradadas cercanas al proyecto.
- Durante las actividades de preparación de sitio y construcción del camino, la antena y los baños, se implementarán estímulos auditivos mediante el uso de una bocina de aire comprimido, sirena de diferentes frecuencias o silbatos, para evitar el acercamiento de los individuos de fauna silvestre en los frentes de trabajo.
- Debido a la naturaleza del proyecto, las actividades de rescate de fauna se limitarán a casos de fauna herida, atrapada o peligrosa que pudiera estar en los frentes de trabajo o en las áreas turísticas durante la operación, a través de una brigada especializada en el manejo de fauna silvestre.
- Los individuos rescatados de acuerdo al punto anterior serán liberados en área de vegetación con características similares al área de influencia del proyecto.
- En caso de encontrar fauna herida, se procederá a brindarle refugio y atención dentro del área del proyecto, para liberarla una vez que se hayan recuperado.
- Durante el horario de visita, en el área acuática se mantendrá iluminación para el desarrollo de las actividades en los cenotes, lo cual aunado al ruido generado por los visitantes, inducirá el ahuyentamiento temporal de la estigofauna, impulsando su desplazamiento hacia áreas con mayor profundidad hasta los horarios de cierre, donde una vez que permanezcan apagadas las luces los individuos podrán desplazarse libremente por los cenotes.

VI.2.7.2 Medidas adicionales para evitar la contaminación por hidrocarburos

Como se mencionó en el Capítulo V, una de las actividades por las que el suelo se podría ver afectado, además de la generación de residuos, será por la contaminación ante un derrame accidental de hidrocarburos debido a la presencia de maquinaria, equipo de combustión interna y vehículos (principalmente en la preparación de sitio), por lo que para minimizar el riesgo de este tipo de contaminación se proponen las siguientes medidas.

- Quedará prohibido realizar mantenimientos preventivos y correctivos de maquinaria, equipo de combustión interna y vehículos sobre el suelo natural. Dichas acciones se realizarán en talleres especializados.
- En los frentes de trabajo donde se tenga operación de maquinaria y equipo de combustión interna, así como los estacionamientos provisionales, deberán contar con un kit para la atención a derrames de hidrocarburos, además cada maquinaria y vehículo contará con su propio equipo portátil.
- Todos los tambores que en su interior contengan hidrocarburos o sustancias químicas serán colocados sobre charolas utilitarias a fin de evitar escurrimientos y que el hidrocarburo tenga contacto directo con el suelo.

VI.2.7.3 Medidas adicionales para evitar la pérdida de suelo

- Se realizará el rescate del suelo orgánico despalmado, y se almacenará hasta su reutilización en las áreas ajardinadas o en el compostaje, con el fin de incorporar materia orgánica al suelo.
- Se realizará el desmonte y despalme gradualmente de acuerdo al avance de la obra, para evitar la exposición prolongada de suelo sin cobertura vegetal.
- En caso de ser necesario se colocará protección al suelo orgánico rescatado como costales de arena en las bases de los camellones, lonas o cualquier otro material que permita proteger el suelo resguardado contra el arrastre de la lluvia y el viento.

VI.2.7.4 Para minimizar la emisión de gases de combustión

Las emisiones de gases de combustión hacia el ambiente ocasionadas por la operación de motores durante las etapas de preparación de sitio y construcción (principalmente), producirá inevitablemente contaminación atmosférica; sin embargo, aun cuando no se

pueden evitar las emisiones causadas por la maquinaria, equipo y vehículos, se proponen las siguientes medidas para minimizar la cantidad de gases emitidos a la atmósfera:

- Verificar el correcto funcionamiento de la maquinaria, equipo y vehículos antes de su operación.
- Quedará prohibido todo tipo de incineraciones de residuos o materia orgánica.
- Sustitución de vehículos y maquinaria que presenten emisiones fuera de norma.
- Previo al ingreso de las zonas de trabajo, los vehículos y maquinaria contarán con una revisión técnica que avale su buen funcionamiento.
- Se realizará el mantenimiento preventivo y periódico de la maquinaria, equipo de combustión interna y vehículos.

VI.2.7.5 Para minimizar la emisión de polvos

Las emisiones de polvos hacia el ambiente ocasionadas por la circulación vehicular y los movimientos de suelo durante la etapa de preparación de sitio, producirá inevitablemente contaminación atmosférica; sin embargo, aun cuando no se pueden evitar las emisiones de polvo en su totalidad, se proponen las siguientes medidas para minimizar la cantidad de polvos emitida a la atmósfera:

- Se realizarán únicamente movimientos de suelo que sean los estrictamente necesarios para el desarrollo del proyecto y se realizará con el suelo humedecido.
- Se establecerán límites de velocidad para la maquinaria de 20 km/h y vehículos ligeros de 30 km/h.
- Se realizará riego de terracerías con circulación de vehículos.

VI.2.7.6 Para minimizar la emisión de ruido

Las emisiones de ruido hacia el ambiente, ocasionadas por la operación de motores durante las etapas de preparación de sitio y construcción, producirán inevitablemente modificación al confort sonoro; sin embargo, aun cuando no se pueden evitar las emisiones de ruido, se propone la siguiente medida para minimizar la cantidad de ruido emitido al ambiente:

- Se realizará el mantenimiento preventivo periódico de la maquinaria y equipo de combustión interna, a fin de garantizar su buen estado y reducir las emisiones de ruido durante la preparación de sitio.
- A los vehículos se les prohibirá el uso de sirenas u otro tipo de fuentes de ruido innecesarias. Las sirenas y alarmas sólo serán utilizadas en casos de emergencia y durante el movimiento en reversa de la maquinaria y vehículos con el fin preventivo y de cuidado a los trabajadores, esto será implementado durante todas las fases del proyecto.

VI.2.7.1 Medidas adicionales para los visitantes

Derivado del contacto de visitantes con los cuerpos de agua durante las actividades del proyecto, se consideran tomar las siguientes medidas de prevención para minimizar el riesgo de contaminación del agua principalmente por el aporte de posibles grasas y aceites.

- Previo al recorrido se establecerá un área de regaderas, donde los visitantes tendrán que ducharse con la finalidad de eliminar restos de productos de higiene personal como cremas, maquillaje, champú, lociones y acondicionadores, así como sudor y cualquier otra sustancia que pudiera mezclarse e interactuar en los cuerpos de agua.
- Se prohibirá el uso de bloqueadores, cremas o cualquier producto químico durante el recorrido y cualquier actividad en la que los visitantes y personal de proyecto tengan contacto con el agua de los cenotes.

VI.2.8. Programas de Monitoreo y Seguimiento

Los programas de monitoreo y seguimiento se establecen como una acción para maximizar los beneficios de las medidas preventivas y de mitigación propuestas, con la utilidad de conocer sobre las condiciones ambientales de un componente específico. Los programas de monitoreo propuestos para el proyecto consistirán en el estudio de los organismos y parámetros ambientales por un periodo de tiempo para obtener información sobre los cambios y los procesos naturales que se presentan en el área del

proyecto. Además puede facilitar la predicción de los efectos de actividades humanas en los procesos ecológicos naturales.

De acuerdo a las características del proyecto, se proponen los siguientes Programas de Monitoreo y Seguimiento.

VI.2.8.1 Programa de Protección y Conservación de Fauna.

Introducción

La fauna silvestre posee un papel funcional clave en los ecosistemas; es decir, su presencia sostiene la salud de un ecosistema a través de diferentes procesos por ejemplo: ayudar a mantener las aguas limpias, soportar las cadenas tróficas, influenciar la producción primaria y el ciclo de los nutrientes, polinizar la flora y dispersar semillas, incrementar la dinámica de sedimentos en los cuerpos de agua y en general mantener el flujo de materia y energía entre los ambientes acuáticos y terrestres, así como entre el dosel de los bosques y suelo (Galindo-Urbe y Hoyos-Hoyos 2017, Wiles et al. 2013, Valencia-Aguilar et al. 2013).

El monitoreo de fauna en el proyecto consistirá en el estudio de los individuos de fauna silvestre en función de parámetros como la riqueza, abundancia y estructura de poblaciones que pudieran verse modificadas por las actividades que se contemplan para el proyecto.

Objetivos

- Desarrollar un monitoreo de la presencia de fauna en los cuerpos de agua naturales y artificiales y áreas terrestres del proyecto, e identificar cambios en sus atributos poblacionales atribuibles a las actividades del proyecto.

Metas

Determinar los principales atributos poblacionales de la fauna silvestre presente en el área del proyecto como especies indicadores de la salud del ecosistema.

Metodología

Con el fin de reducir el estrés a las especies pequeñas que se presenten en el área del proyecto, se evitará en manera de lo posible realizar captura y marcaje de los individuos, por lo que el monitoreo de **herpetofauna** se basará en la técnica de inspección por encuentro visual, la cual consiste en realizar recorridos en transectos en busca de los individuos y toma de evidencia fotográfica para determinar las especies que se avistan en el área.

En el caso de los **mamíferos pequeños y voladores**, al ser necesario considerar variables morfométricas para su identificación se realizará captura por medio de trampas de tipo Sherman (para mamíferos pequeños) a lo largo de los transectos colocadas cerca de troncos caídos, bases de árboles con cavidades, pasos de fauna, madrigueras y huecos, y redes de niebla o trampas de arpa (para mamíferos voladores).

Los recorridos se realizan durante diferentes horas abarcando los horarios de actividades de las especies potenciales a encontrar (mañana, tarde y noche) y se deben considerar dos muestreos al año, uno en la época de lluvias y uno en época de estiaje.

Durante el trazo de los transectos es importante tomar en cuenta aquellos sitios que pudieran servir como refugio y forrajeo para la fauna, así será posible obtener para cada transecto una lista de especies para poder estimar la riqueza del sitio y determinar a través del tiempo patrones de dominancia y rareza en el ecosistema (especies que se observan por única vez).

En el caso de los **mamíferos medianos, grandes y algunas especies de aves** se procederá a la búsqueda de indicios indirectos en los transectos (huellas y excretas) durante los recorridos de monitoreo de las demás especies. Una vez que se haya registrado indirectamente la presencia de especies superiores en el área del proyecto se procederá a la toma de evidencia directa a través de fototrampeo que será ubicado en los sitios potenciales de presencia de las especies por ejemplo pasos identificados de fauna, entrada de madrigueras, zonas identificadas como bebederos en los cuerpos de agua, etc.

En el caso de las **aves** (en las áreas externas del proyecto como senderos), para los muestreos se establecerán puntos de conteo específicos, los cuales deberán estar marcados permanentemente. Las marcas deberán situarse en la dirección de un punto cardinal, a intervalos regulares formando una cuadrícula.

El monitoreo de fauna **ictiológica** y la **estigofauna** podrá basarse (dependiendo de la selección de los especialistas) en la técnica llamada Roving Diver Technique (RTD) utilizada por la fundación REEF (Reef Environmental Education Fundation), la cual consiste en nadar libremente por el sitio o sitios establecidos para muestrear y anotar el número de especies de peces avistadas durante el recorrido, llevando un conteo de cada individuo para obtener la abundancia de cada especie. El muestreo comienza al momento de entrar al agua como observador y puede ser llevado a cabo utilizando un equipo de buceo o por medio del snorkeling.

Para todos los monitoreos se contará con una línea base (realizada previo a la implementación del proyecto) y se llevará una base de datos con los registros observados en campo, los cuales serán anotados en bitácoras; posteriormente se obtendrá la riqueza y abundancia de las especies. Para todos los grupos se considerará la riqueza como el número de especies dentro del área del proyecto y la abundancia como el número de individuos avistados.

De acuerdo a la zona que será monitoreada, se establecerá el mismo diseño durante toda la aplicación del programa con la finalidad de tener puntos de comparación válidos, por lo que se deberá tomar en cuenta las siguientes especificaciones:

- Los muestreos deberán realizarse en los mismos días de los meses seleccionados de cada año en que se registre el monitoreo.
- Deberá mantenerse el mismo esfuerzo de muestreo durante todo el programa.
- La realización del monitoreo se llevará a cabo dos veces al año, cubriendo principalmente la época de lluvias y la época de sequía con excepción de la Ictiofauna y estigofauna para las que los muestreos se realizarán en tres épocas del año, considerando la época de sequias, de lluvias y la época de nortes.

- Se deberán evitar en medida de lo posible los conteos dobles de individuos o de grupos en el mismo muestreo.
- En el caso de las aves y los reptiles, el monitoreo se realizará durante las primeras cuatro horas posteriores al amanecer.
- Para el diseño de monitoreo de la ictiofauna y estigofauna será considerado un monitoreo en las distintas zonas de cada cuerpo de agua (dependiendo del nivel de iluminación), así como un monitoreo nocturno y uno diurno por campaña de monitoreo considerando el horario de operación.
- Para los demás grupos se realizarán dos monitoreos, uno por la mañana y uno por la noche contemplando las características crepusculares de algunas especies.
- La observación se realizará anualmente por un periodo de cinco años y posteriormente se realizarán monitoreos cada tres años durante un periodo de 12 años.
- Los equipos de trabajo estarán conformados como mínimo por dos personas, un anotador y un observador especialista para la identificación y conteo de cada grupo.

Indicadores ambientales

Derivado de la aplicación del Programa de Protección y Conservación de Fauna, se generará información que permitirá establecer a largo plazo indicadores del éxito de la aplicación de las medidas propuestas para el proyecto. A continuación se presentan dichos indicadores, así como la documentación necesaria requerida para corroborar la información.

Tabla VI-9 Indicadores ambientales del Programa de Protección y Conservación de Fauna.

Indicadores de implementación del programa	Indicadores de éxito a largo plazo	Puntos de comprobación
-Número de individuos observados/identificados por especie por monitoreo. -Índice de riqueza específica. -Identificación de eventos externos que pudieran intervenir en las dinámicas poblacionales.	-Incremento o estabilización en la abundancia de las especies observadas en cada monitoreo. -Diferencia entre los parámetros de distribución, riqueza y abundancia del primer año y cada uno de los años posteriores.	-Reporte de cada uno de los muestreos con la integración de resultados obtenidos del análisis de la información. Evidencia fotográfica de las actividades de monitoreo y las especies avistadas.

Indicadores de implementación del programa	Indicadores de éxito a largo plazo	Puntos de comprobación
	-Diferencia entre los parámetros de distribución, riqueza y abundancia entre los grupos faunísticos. -Diferencia entre los parámetros de distribución, riqueza y abundancia, entre los puntos de observación en cada muestreo.	-Reporte anual de comparación de los parámetros evaluados.

Análisis de procesamiento de datos

Los datos que serán recabados en los conteos terrestres serán esencialmente valores de abundancia y diversidad por especie y riqueza, empleando el uso de guías de identificación y la experiencia de especialistas en el manejo de fauna silvestre. Los datos recopilados, serán integrados en una base de datos, la cual será analizada empleando técnicas estadísticas que permitan generar la información necesaria para determinar la composición y estructura de las comunidades de fauna en el área del proyecto.

Medidas de urgente aplicación

En caso de que en los monitoreos se observe la afectación humana sobre las comunidades de fauna silvestre en el proyecto, se tomarán las siguientes medidas de urgente aplicación.

- Restricción de acceso a áreas identificadas como de anidación, reproducción o alimentación.
- Colocación de señalamientos restrictivos y prohibitivos para evitar afectaciones a la fauna silvestre.
- Restricción del número de visitantes en áreas de mayor relevancia para la fauna, incluyendo los cuerpos de agua.

VI.2.8.1 Programa de Monitoreo de Calidad de Agua.

Introducción

El monitoreo de la calidad del agua en el área del proyecto es una acción para maximizar los beneficios del recurso, y con utilidad para conocer sobre las características de los cuerpos de agua una vez que estos se encuentren en operación.

El monitoreo a la calidad de agua consiste en la medición y determinación de parámetros físicos, químicos y microbiológicos por un periodo de tiempo determinado, para obtener información sobre los cambios y los procesos naturales que se presentan en los cuerpos de agua. Además de facilitar la toma de decisiones respecto a las actividades en la etapa de operación del proyecto y en su caso la modificación y/o reestructuración de las medidas necesarias para mantener una buena calidad del agua.

Objetivo general

Conocer y dar seguimiento a las fluctuaciones en los parámetros físicos, químicos y microbiológicos necesarios para analizar las características de los cuerpos de agua y ayudar en la toma de decisiones respecto a las actividades en el ecosistema a través del tiempo.

Meta

Generar un esquema de variaciones de la calidad del agua a través del tiempo, así como la correlación entre esta y las actividades en los cuerpos de agua.

Metodología

La calidad del agua juega un papel fundamental en el equilibrio de los ecosistemas y en nuestra vida diaria. Para entender el funcionamiento e importancia de los cuerpos de agua se debe conocer su estado físico, químico y microbiológico, a través de un seguimiento sistemático.

Para establecer una línea base de las características físicas, químicas y microbiológicas de los cuerpos de agua en el área del proyecto, se contará con la información determinada previo al desarrollo del proyecto y a partir de esta línea base se realizarán tres monitoreos anuales (época de estiaje, época de lluvias y época de nortes) por un

periodo de 10 años, así como un monitoreo diurno y uno nocturno en cada zona del cuerpo de agua por campaña de monitoreo, para que de esta forma se puedan observar y analizar las variaciones en los parámetros medidos durante las diferentes épocas del año.

Los parámetros que serán determinados en el monitoreo de la calidad del agua se basarán en el Índice de Calidad del agua (ICA) e Índice bacteriológico (Coliformes fecales) los cuales, para mayor referencia se describen a continuación.

Índice de calidad del agua (ICA): Se basa en la determinación de ciertos parámetros, para posteriormente asignarle un valor de importancia o peso ponderado, por lo que incluye rangos de clasificación de acuerdo al valor que adopta el índice como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla VI-10 Rangos de clasificación del ICA.

Descriptor	Ámbito numérico
Muy malo	0-25
Malo	26-50
Medio	51-70
Bueno	71-90
Excelente	91-100

Tomado de Aguayo-Alcívar.

Los parámetros seleccionados para determinar la calidad del agua de los cuerpos artificiales y naturales del proyecto a través del Indicador ICA son los siguientes:

Parámetros físicos

- Temperatura (°C)
- Sólidos suspendidos totales (mg/l)

Parámetros químicos

- Salinidad

- pH
- Conductividad eléctrica
- Oxígeno disuelto OD, porcentaje de saturación.
- Nitratos (mg/l)

Parámetros biológicos

- Coliformes fecales (NMP/100ml)

Índice de calidad del agua respecto al contenido bacteriológico: Para ésta determinación se tomarán en cuenta los Límites Máximos Permisibles de coliformes Fecales establecidos para la protección de la vida acuática, por lo que considerarán los establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-1996, la NOM-003-SEMARNAT-1997 y los Criterios Ecológicos de Calidad del Agua CE-CCA-001/89 (SEDUE, 1989), como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla VI-11 Indicador de calidad de agua respecto al contenido bacteriológico.

Diagnóstico	Coliformes fecales NMP/100ml	Condición	Referencia para el diagnóstico
Óptima	0 - 40	Ninguna muestras supera los 100 NMP/100ml.	Criterios Ecológicos de Calidad del Agua (SEDUE, 1989).
Aceptable	41 - 200	Los organismos no exceden 200 NMP/100ml y no más del 10% de las muestras deberá exceder de 400 NMP/100ml.	Criterios Ecológicos de Calidad del Agua (SEDUE, 1989).
Regular	201 - 500	Los organismos no exceden 500 NMP/100ml y no más del 10% de las muestras deberán exceder de 1,000 NMP/100ml.	Normas Oficiales Mexicanas NOM-001-SEMARNAT-1997 y NOM-003-SEMARNAT-1997

Diagnóstico	Coliformes fecales NMP/100ml	Condición	Referencia para el diagnóstico
Contacto ocasional o indirecto	501- 1,000	Los organismos no exceden 1,000 como NMP y no más del 10% de las muestras deberán exceder de 2,000 NMP/100ml.	Normas Oficiales Mexicanas NOM-001-SEMARNAT-1997 y NOM-003-SEMARNAT-1997
No aceptable	➤ 1,000	Todas las muestras superan los 1,000 NMP/100ml	Normas Oficiales Mexicanas NOM-001-SEMARNAT-1997 y NOM-003-SEMARNAT-1997

En resumen los parámetros que serán evaluados en cada campaña de monitoreo de acuerdo a cada indicador se presentan en la siguiente tabla.

Tabla VI-12 Parámetros a evaluar en las campañas de Monitoreo de Calidad del Agua.

Índice de Calidad del Agua (ICA)	Índice de Calidad de Agua (Contenido Bacteriológico)
<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura (°C) • Sólidos suspendidos totales(mg/l) • Salinidad • pH • Conductividad eléctrica. • Oxígeno disuelto (OD). • Nitratos (mg/l) • Coliformes fecales (NMP/100ml) 	<ul style="list-style-type: none"> • Coliformes fecales (NMP/100ml)

Indicadores ambientales

Derivado de la aplicación del Programa de Monitoreo de la Calidad del Agua, se generará información que permita establecer a largo plazo indicadores del éxito del mantenimiento y conservación de los cuerpos de agua asociados al proyecto. A Continuación, se presentan dichos indicadores, así como la documentación necesaria requerida para corroborar la información.

Tabla VI-13 Indicadores ambientales del Programa de Monitoreo de la Calidad del Agua.

Indicadores de implementación del programa	Indicadores de éxito a largo plazo	Puntos de comprobación
-Concentraciones de cada uno de los parámetros seleccionados por periodo de muestreo. -Concentraciones de cada uno de los parámetros seleccionados por escala de tiempo.	-Mantenimiento o estabilización de la calidad del agua a través de la aplicación de medidas preventivas y de mitigación. -Establecimiento de la correlación entre la calidad del agua y las diferentes actividades durante la operación del proyecto.	-Resultados de laboratorio de las determinaciones de cada parámetro. -Análisis de resultados de las campañas de muestreo. -Evidencia fotográfica de las campañas de muestreo.

Análisis de procesamiento de datos

Los datos que serán recabados en los monitoreos semestrales, serán esencialmente parámetros que indiquen la concentración de uno o más contaminantes presentes en el agua, los cuales a través del tiempo podrán generar patrones de comportamiento que a su vez podrán ser correlacionados con las actividades de operación del proyecto o en su caso condiciones climáticas específicas no atribuibles al mismo.

De manera general la interpretación de resultados incorporará la información de los indicadores como se describe a continuación:

- Índice de Calidad del AGUA (ICA). De acuerdo a los datos que se obtengan se interpretará que tan apto es el cuerpo de agua para recreación y la preservación de la vida acuática.
- Índice bacteriológico (Coliformes fecales). Se analizará la cantidad de coliformes fecales presentes en el agua para asegurarse que no excedan el LMP establecido para el proyecto.

Medidas de urgente aplicación

En caso de que los parámetros monitoreados presenten valores por encima de los Límites Máximos Permisibles establecidos por la normatividad ambiental vigente y los Índices establecidos se llevarán a cabo las siguientes medidas de urgente aplicación:

- Se determinará la fuente de contaminación de los cuerpos de agua y se tomarán medidas o modificarán las existentes para minimizar o erradicar dicha fuente.
- Se reforzarán medidas de concientización y capacitaciones para la correcta disposición de residuos.
- Se restringirá el número de visitantes del cuerpo de agua de acuerdo a su capacidad de carga turística.

Capítulo VII

MIA-P

**“DESARROLLO ECOTURISTICO
XIBALBÁ,
OBRAS ADICIONALES”**

*PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE
ALTERNATIVAS.*



Contenido

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.....	4
VII.1 Introducción.....	4
VII.2 Escenarios	5
VII.2.1. Escenario actual.....	6
VII.2.2. Pronóstico a futuro.....	13
VII.2.3. Conclusión.....	22

Tablas y figuras

Figura VII. 1 Plano en el que se muestra la incidencia de áreas agrícolas, el desarrollo de áreas urbanas y de caminos dentro el SA, área del proyecto y de su área de influencia.	7
Figura VII. 2 Uso del suelo y vegetación presentes en el SA, área del proyecto y su área de influencia.	8
Figura VII. 3 Cobertura de vegetación en el SA, área del proyecto y su área de influencia entre el año 2000 (izquierda) y el 2020 (derecha).....	9
Figura VII. 4 Ubicación de los ocho cenotes que corresponden al desarrollo del proyecto.	10
Figura VII. 5 Cenote Zopilotes	11
Figura VII. 6 Cenote tres bocas.....	11
Figura VII. 7 Cenote Pilón.....	11
Figura VII. 8 Cenote Pueblo Estalagmitas	12
Figura VII. 9 Cenote Tres Labios.....	12
Figura VII. 10 Cenote Guayas.....	12

Figura VII. 11 Cenote Pastizales.	12
Figura VII. 12 Paisaje turístico que presenta el área del proyecto actualmente.	13
Figura VII. 13 Ubicación del camino, antena y sanitarios, donde en la etapa de preparación y construcción se tendrá la emisión de gases producto de la combustión, polvo y ruido.	14
Figura VII. 14 Posibles derrames accidentales de aceites e hidrocarburos sufridos por la maquinaria y el equipo.	16
Figura VII. 15 Áreas con vegetación que será conservada dentro del área del proyecto.	18
Figura VII. 16 Áreas que han sido restauradas por la promotora. Fuente: Fotografías tomadas en el área del proyecto.	19
Figura VII. 17 Cenote que se encuentra incidido por la presencia de contaminantes. ...	20

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

VII.1 Introducción

En tanto se acepte que el futuro no está predeterminado, al menos no del todo, se pueden crear, develar, descubrir, diseñar y hasta construir futuros más convenientes, factibles y deseables; para ello, el instrumento estratégico más pertinente es la planeación prospectiva, que tiene por misión la descripción de futuros, su evaluación, jerarquización y selección, siendo para ello una de sus instancias más importantes la anticipación de futuros diversos: posibles, probables, lógicos, deseables, temidos, futuribles, etc.¹

Para desarrollar estudios de prospectiva existen diferentes metodologías entre las que se encuentra la de escenarios, cuyo uso se ha venido generalizando durante los últimos diez años gracias a la claridad en la presentación de los resultados y a la articulación de los mismos con la intencionalidad de la acción humana. Esta metodología se desarrolla en tres fases: análisis estructural, análisis del juego de actores y elaboración de escenarios, cuyo propósito es analizar el fenómeno en estudio desde un punto de vista retrospectivo y actual, teniendo en cuenta la influencia de los gestores de desarrollo para, posteriormente presentar la realidad futura en forma de escenarios.²

Dado que los escenarios son históricos e imágenes acerca del futuro, elaboradas para guiar las decisiones en el presente, una premisa básica del método es que cada ejercicio no puede proporcionar más de 4 ó 5 escenarios, ya que, si el abanico de alternativas es demasiado amplio, no sirve para guiar las decisiones. Además, por que la idea es que los escenarios sean bastante diferentes entre si de manera que permitan observar los contrastes entre cada uno de los posibles futuros planteados.³

Específicamente para este proyecto se plantea el desarrollo de dos escenarios, esto dado por que la MIA-P se presenta en cumplimiento a la resolución Administrativa

¹ Miklos, T. y M. Arroyo. 2008. Prospectiva y escenarios para el cambio social. Working papers 8

² Cely, A.V. 1999. Metodología de los Escenarios para Estudios Prospectivos. Revista Ingeniería e Investigación No, 44.

³ Patrouilleau, M.M. 2019. Notas epistemológicas y metodológicas sobre prospectiva y métodos de escenarios.

PFPA37.5/2C27.5/0074/21/0224 emitida por la PROFEPA ante la sanción de obras realizadas de las cuales solo se considera la etapa operativa y de mantenimiento, adicionándose al proyecto tres obras nuevas (un camino, una antena y módulo de baños en Rehollada) para las cuales se consideran todas las etapas de desarrollo (ver Capítulo II). En este sentido, con el fin de prever los cambios que el desarrollo del proyecto puede provocar, en el primer escenario que corresponde a las condiciones actuales, se considera al SA como un conjunto complejo de subsistemas y elementos (los cuales se describen a detalle en el capítulo IV), sobre los que se encuentra la construcción de obras. Tomando como base el escenario actual, para el desarrollo del segundo escenario, se contemplan las diferentes etapas aplicables al proyecto, con los que se pretende describir el escenario esperado para el sitio donde se localiza el proyecto, incorporando las medidas de mitigación propuestas y como se influye en la evolución del entorno.

VII.2 Escenarios

Para poder plantear los escenarios del proyecto, es necesario iniciar con el planteamiento de un escenario actual que contiene una descripción de las condiciones ambientales prevalecientes dentro del SA, el área del proyecto y de su área de influencia, mismas que fueron descritas a detalle en el Capítulo IV, el cual además contempla la existencia de áreas modificadas por las obras del proyecto, mismas que fueron autorizadas por la autoridad ambiental del Gobierno Estatal y la Delegación Federal de la SEMARNAT en el estado de Yucatán (ver Capítulo III), de manera que el primer escenario al que se hará referencia proporciona las condiciones de deterioro o conservación de los recursos naturales presentes en las diferentes áreas (SA, proyecto y área de influencia). Dichas condiciones actuales posteriormente, en un segundo escenario, se contrastan con las condiciones que se espera generar como consecuencia de las obras implementadas y referidas por PROFEPA y por el desarrollo de las tres obras nuevas del proyecto, considerando los impactos ambientales identificados, evaluados y descritos en el Capítulo V. Así mismo, dentro de este segundo escenario se valoran las medidas de mitigación propuestas y la línea de cambio que su implementación causará, principalmente en el desarrollo del SA y del área de influencia del proyecto. Todo lo anterior se realiza teniendo especial cuidado en que el resultado

de un escenario posterior a una acción sea coherente y acorde a las implicaciones que puede ocasionar la implementación del proyecto.

VII.2.1. Escenario actual.

Como ya se ha manifestado en el Capítulo IV, tanto el SA como el área del proyecto y su área de influencia se encuentran localizados en la Península de Yucatán, más específicamente dentro del estado de Yucatán. En este punto es importante reiterar que, como ya se mencionó, la presente MIA-P da cumplimiento a la resolución de la PROFEPA, tomando en cuenta que ya existen una serie de obras realizadas, mismas que fueron sancionadas.

De manera más puntual, el SA, área del proyecto y su área de influencia, se ubican dentro de la UGA 1.2 L, que, dada la homogeneidad en sus características, no existe una diferencia con las condiciones del SA; de esta forma, el SA y el área de influencia del proyecto se encuentran ampliamente incididos por el cambio de uso de suelo, el cual en la actualidad se conforma de un mosaico de vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia, incidida por pastizales cultivados resultado de las actividades agropecuarias que se realizan en el interior de estas dos áreas; así mismo, dentro del área del proyecto se observa el desarrollo de las obras que ya han sido anteriormente mencionadas.

El amplio uso del suelo que está dado para las actividades de aprovechamiento, también ha llevado al desarrollo de pequeñas áreas urbanas y a la construcción de caminos, tanto carreteras como caminos vecinales, que se encuentran distribuidos al interior del SA y relativamente cercanas al área del proyecto (ver figura siguiente misma que se encuentra en anexo para su mejor apreciación).

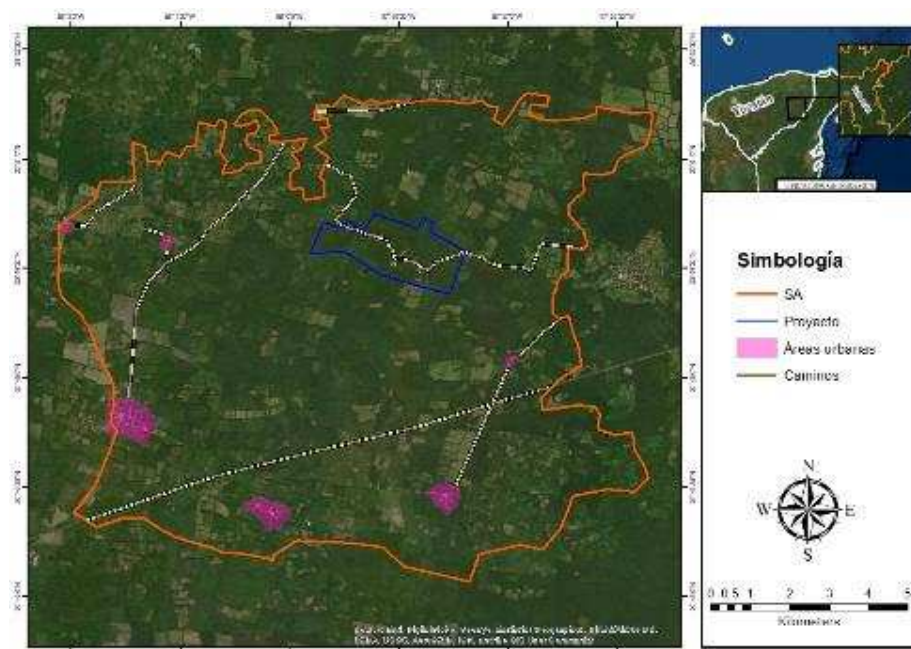


Figura VII. 1 Plano en el que se muestra la incidencia de áreas agrícolas, el desarrollo de áreas urbanas y de caminos dentro el SA, área del proyecto y de su área de influencia.
Fuente: Creación propia.

Dado lo expuesto anteriormente, se puede decir que, dentro del SA en cuanto a calidad atmosférica, se encuentra modificada por la presencia de gases producto de la combustión emitida por los autos, así como por la emisión de polvos que se suspenden por el uso de los caminos, principalmente de los vecinales y el intemperismo del suelo en las áreas usadas con fines agropecuarios, además se tiene emisión de ruido focalizado en las áreas urbanas y en los caminos.

Como ya fue presentado en Capítulos anteriores, en toda la extensión del SA y por ende en el área del proyecto y su área de influencia se tiene un suelo de tipo Rendzina, el cual es fértil, arcilloso y poco profundo, mismo que se encuentra incidido por las actividades agrícolas, que han ocasionado erosión de tipo química y física.

Otra consecuencia del amplio desarrollo de las actividades agropecuarias tiene que ver con la degradación de la vegetación, teniendo que tanto en el SA como en el área del proyecto y su área de influencia se observa vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia, que actualmente ha sido modificada debido dichas actividades, y aun cuando quedan fragmentos con vegetación natural original, lo que se observa al interior del SA corresponde a un mosaico de vegetación natural ampliamente incidida por

pastizal cultivado creando una serie de parches de vegetación al interior. En la figura siguiente (misma que se incluye como anexo para su mejor apreciación), se muestra la distribución de la vegetación al interior del SA, área del proyecto y su área de influencia; siendo importante señalar que las obras vistas por PROFEPA en su recorrido, y para las cuales se considera solo la etapa de operación son subterráneas, por lo cual esta sección del proyecto no tendrá incidencia en la vegetación que aún se observa en el área, por otro lado, la antena se desplantará en área ya autorizada en cuanto a CUSTF, siendo así que solo la construcción del camino y el módulo de sanitarios requerirán el retiro de vegetación.

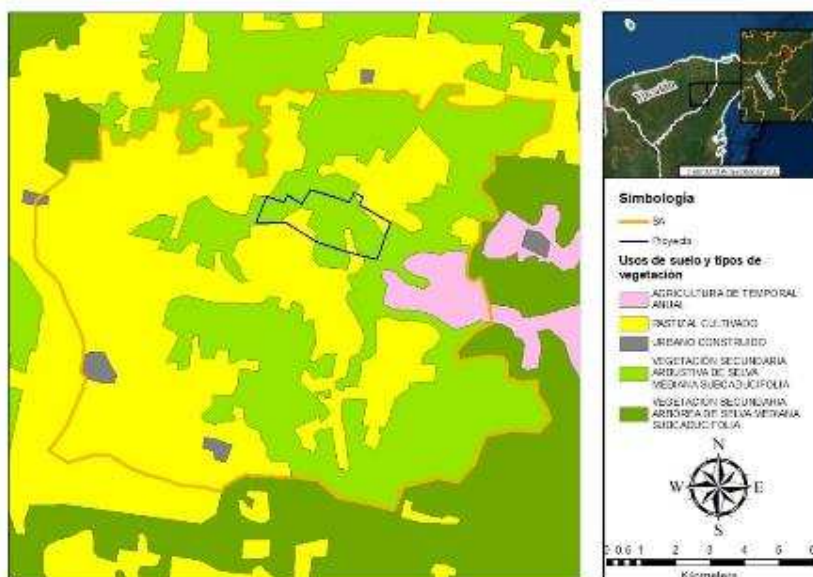


Figura VII. 2 Uso del suelo y vegetación presentes en el SA, área del proyecto y su área de influencia.
Creación propia.

Dentro de la diversidad de flora observada, si bien se registraron especies características de la selva mediana subcaducifolia, también se localizan entremezcladas algunas especies frutales propias de zonas agropecuarias, presentando diversidades que van de alta para el estrato arbóreo a diversidad baja para el estrato herbáceo.

En cuanto a la vegetación, como ya se mencionó, actualmente se observa la incidencia de actividades agrícolas, que como se muestra en las siguientes imágenes, se puede observar que las zonas agrícolas tienen presencia en el área desde hace más de 20 años.



Figura VII. 3 Cobertura de vegetación en el SA, área del proyecto y su área de influencia entre el año 2000 (izquierda) y el 2020 (derecha).

Fuente: Creación propia con base en Google Earth.

Ligado a la conservación de la flora, se encuentra la presencia o ausencia de la fauna, dado que el grado de conservación de la flora representa un área de oportunidad para los animales que pueden encontrar un sitio de alimentación, refugio y/o nidación. En el caso del área del proyecto, en la zona correspondiente a los cenotes, los cuales se ubican bajo tierra, y que es donde se encuentran las obras sancionadas donde solo se tendrá la etapa operativa, se identificó únicamente fauna acuática correspondiente a estigofauna, mientras que en el área del camino, la antena y el módulo de sanitarios, donde las actividades que se desarrollarán si contemplan las etapas de preparación construcción y operación y se encuentran en el exterior, donde se contempla la probable presencia y/o tránsito de anfibios, reptiles, mamíferos y aves, siendo este último grupo el mejor representado, teniendo la diversidad más alta. Las aves son seguidas en diversidad por los mamíferos con diversidad de tipo media y finalmente se tiene a los anfibios y reptiles, los cuales presentan diversidad de tipo baja.

Tomando en cuenta la diversidad de mamíferos registrada, se observa que en el área del proyecto se cuenta con una diversidad mayor que en el resto del SA, lo que puede indicar que en el SA se cuenta con factores de perturbación que pueden estar influyendo en la presencia de la fauna, siendo algunos de estos factores perturbadores de los

potreros abandonados, una alta presencia de especies vegetales invasoras, construcción de vías de comunicación y la presencia de asentamientos humanos.

Pasando a la hidrología, la historia de la evolución geológica de la Península de Yucatán, está determinada por la presencia de una losa calcárea en la que, del agua meteórica que se recibe, el 90% se infiltra a través de fisuras y oquedades, y el 10% es interceptado por la cobertura vegetal retornando posteriormente a la atmósfera por medio de la evapotranspiración. De esta forma, dentro del SA, área del proyecto y su área de influencia, no existen embalses ni cuerpos de agua superficiales; sin embargo, debido a la alta infiltración del agua se tiene un buen desarrollo de la red de drenaje subterráneo que se expresa mediante la presencia de cenotes, grutas y cavernas, los cuales son aprovechados para las actividades turísticas.

Específicamente, en el área del proyecto se tiene la presencia de ocho cenotes, donde se identifica estigofauna (crustáceos y peces), la cual presenta diferentes diversidades; no obstante, a que en algunos de ellos se implementaron rampas, escaleras o plataformas para hacerlos más accesibles, mismas que no han dañado su funcionamiento interno ni han influido en el cambio de las especies que habitan en ellos. En la siguiente figura, se muestra la ubicación de los cenotes y en las figuras subsecuentes se ejemplifica la condición actual de cada uno. Las figuras también se presentan en anexo digital para su mejor apreciación.

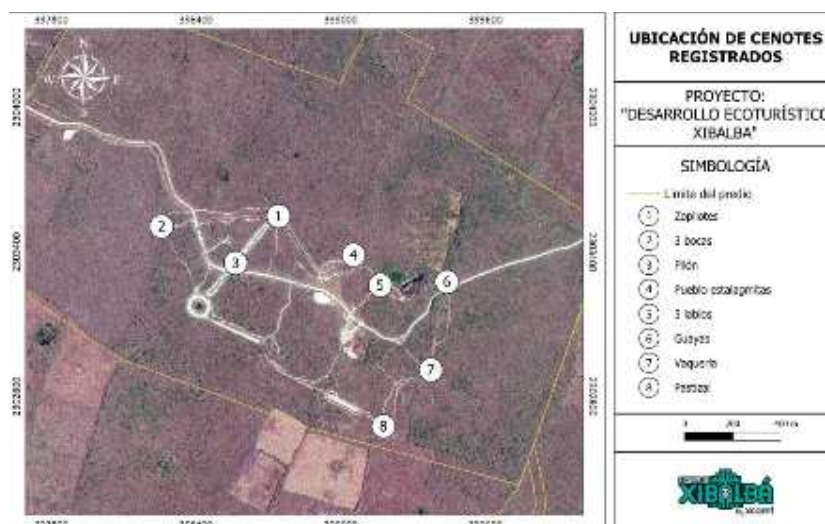


Figura VII. 4 Ubicación de los ocho cenotes que corresponden al desarrollo del proyecto.

Fuente: Imagen proporcionada por la promotente.



Figura VII. 5 Cenote Zopilotes



Figura VII. 6 Cenote tres bocas.



Figura VII. 7 Cenote Pilón.



Figura VII. 8 Cenote Pueblo Estalagmitas.



Figura VII. 9 Cenote Tres Labios.



Figura VII. 10 Cenote Guayas.



Figura VII. 11 Cenote Pastizales.

En cuanto al paisaje, dentro del SA y su área de influencia, se identifican paisajes naturales con vegetación que corresponden a las zonas donde se mantiene la selva mediana subcaducifolia, además de un paisaje de cenotes que es típico de la península de Yucatán y que es aprovechado para el uso recreativo y también se observan paisajes antrópicos que se encuentran en las áreas donde se tiene la presencia de desarrollos urbanos. Por su parte, en el área del proyecto se cuenta principalmente con un paisaje de vegetación de selva mediana subperennifolia y de cenotes naturales junto con cuerpos de agua artificiales (ver figuras siguientes, mismas que se incluyen en anexo para su mejor apreciación), todo lo cual le da su valor estético; sin embargo, en el área del proyecto, alrededor de los cenotes se han implementado obras que han sido observadas por la PROFEPA, las cuales los hacen más accesibles al público visitante, entre estas modificaciones encontramos cuerpos de agua artificiales, acondicionamiento de los techos de los cenotes, implementación de escaleras y rampas y apertura de túneles que los comunican y les dan acceso.



*Figura VII. 12 Paisaje turístico que presenta el área del proyecto actualmente.
Fuente: Fotografías tomadas en el área del proyecto.*

VII.2.2. Pronóstico a futuro

Como ya ha sido referido en Capítulos anteriores de esta MIA-R, el proyecto contempla las etapas de operación de las obras ya construidas y sancionadas y tres obras nuevas que corresponden a un camino, una antena de comunicación y un módulo de sanitarios (ver Capítulo II).

En cuanto a atmósfera, se tendrá un aumento en la emisión de gases producto de la combustión de hidrocarburos y en la suspensión de partículas de polvo, por el uso de maquinaria y vehículos pesados, aunado al movimiento de tierras, todo como resultado

de la construcción del camino, la antena y el módulo de sanitarios. Así mismo, se tendrá la emisión de ruido, el cual será solo perceptible a unos cuantos metros de la zona de construcción, o en todo caso al interior del área de influencia del proyecto, aunado a que tanto la generación de ruido así como de gases producto de la combustión y suspensión de polvos será intermitente, ya que se estará generando en momentos y puntualmente en áreas definidas al este del polígono del proyecto (ver siguiente figura, misma que se incluye en anexo para su mejor apreciación), siendo notable que dichas áreas no se encuentran cercanas con zonas habitadas ni poblados en los que las afectaciones a la atmósfera pudieran ser perceptibles, por lo que será una afectación poco significativa y casi nula a nivel del SA. En adición a lo anterior, es importante hacer notar que, en la etapa operativa del proyecto, el desarrollo de las actividades no contempla la quema de combustibles y solo se tendrá la emisión de gases producto de la combustión por parte de los vehículos automotores que transporten a los turistas, por lo que las emisiones generadas serán casi nulas.

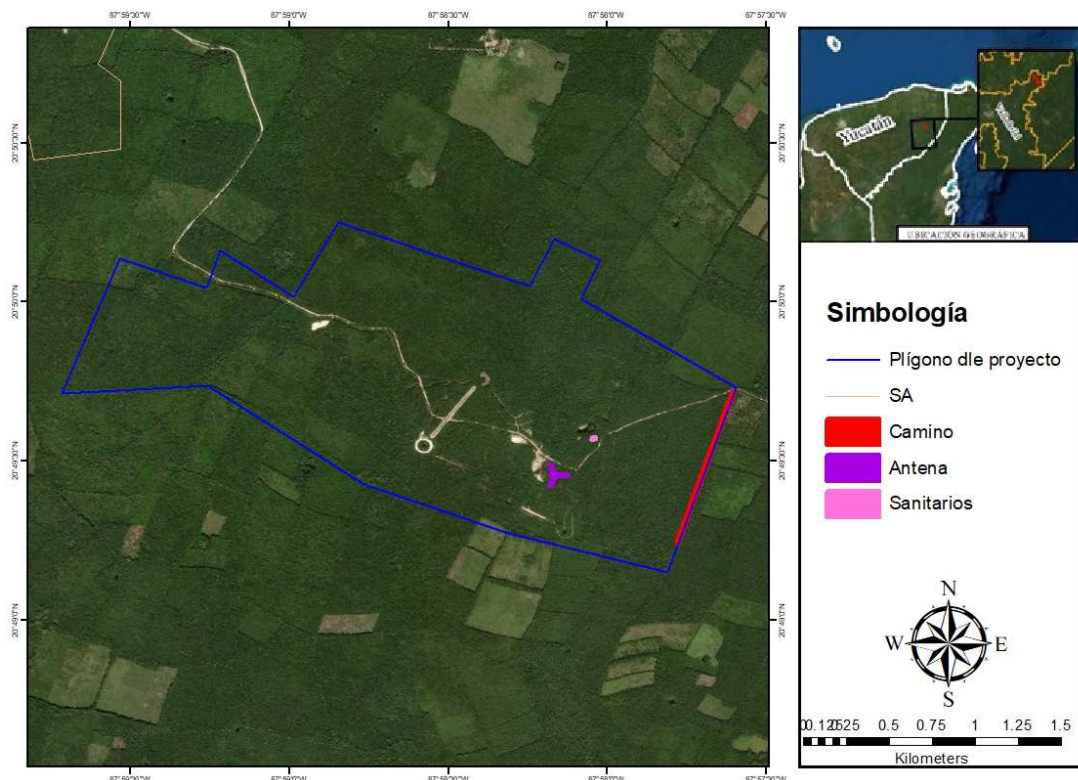


Figura VII. 13 Ubicación del camino, antena y sanitarios, donde en la etapa de preparación y construcción se tendrá la emisión de gases producto de la combustión, polvo y ruido.
Fuente: Creación propia.

Dado lo expuesto en el párrafo anterior, dentro de las medidas se contempla la verificación del correcto funcionamiento de la maquinaria, equipo y vehículos previo a su operación, de forma que se retirará a aquellos que no cumplan con las normas de emisión de gases como son la NOM-041-SEMARNAT-2015 que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible y la NOM-045-SEMARNAT-2017, referente a la opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible. Así mismo, se observará que el ruido que sea generado cumpla con lo establecido en la NOM-080-SEMARNAT-1984 que tiene que ver con 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.

El componente suelo solo se verá afectado por las obras de construcción del camino, ya que con el despalme se estará retirando la capa orgánica del suelo, el cual es el sustento de la vegetación; así mismo, el suelo se verá expuesto ante derrames accidentales de aceites e hidrocarburos (ver figura siguiente, misma que se presenta en anexo para su mejor apreciación), mismos que estarán cambiando la composición de este componente, además de que su movimiento causará la emisión de polvos a la atmósfera. Si bien se contemplan estas afectaciones, la pérdida de la capa orgánica y las suspensiones de polvo serán puntuales y se encontrarán limitadas a las áreas correspondientes a la construcción del camino, la antena y el módulo de baños, mientras que los derrames se tratarán de eventos accidentales y esporádicos, por lo que no se contempla que causen daños al medio.



Figura VII. 14 Posibles derrames accidentales de aceites e hidrocarburos sufridos por la maquinaria y el equipo.

Fuente: Imagen ilustrativa obtenida de internet.

Si bien, las afectaciones al suelo ya mencionadas se contemplan como poco significativas, entre las medidas de prevención y mitigación contempladas por el proyecto se cuenta con que el despalme, que será puntual, se realizará de forma gradual, rescatando y protegiendo el suelo removido, para posteriormente poder reutilizarlo en áreas cercanas destinadas a la reubicación de especies y reforestaciones, de manera que ayude con la conclusión exitosa de dichas actividades. Por su parte, para evitar la posible contaminación de este componente se propone un manejo integral de residuos evitando que se dispongan o se dispersen sobre el suelo, además de que todos los mantenimientos preventivos y correctivos que se realicen a maquinaria y equipo se llevarán a cabo en zonas carentes de suelo natural, además, en caso de presentarse un derrame accidental de aceites y/o hidrocarburos, se contará con kits para la atención de derrames accidentales.

Aunado a lo ya mencionado, para la implementación del camino en cuanto a la etapa de preparación del terreno, se estará removiendo vegetación; sin embargo, esta remoción se limitará únicamente al trazo del camino y los individuos que serán removidos corresponderán a especies que no se encuentran limitadas al área del proyecto, de manera que no se pondrá en riesgo la permanencia de especie alguna.

Ligado a la pérdida de vegetación se tiene la pérdida de hábitat que se traduce en disminución de áreas de oportunidad para la alimentación, refugio y nidación de algunas especies de fauna que habitan el área del proyecto, no obstante, esta pérdida se dará

solo en el área pretendida para el camino y los sanitarios y este no representará una barrera para la dispersión de la fauna, de manera que los individuos podrán encontrar otras áreas dentro del SA y hasta dentro del área del proyecto en donde cubrir sus necesidades.

En el ámbito de la flora y la fauna, es necesario tener en cuenta que, si bien el desarrollo del camino conlleva la modificación de estos dos componentes, es necesario resaltar que en general, la operación del proyecto contempla la conservación de la vegetación como parte de su atractivo, por lo que, si bien se estará perdiendo vegetación y hábitats en algunos puntos, entre las medidas de compensación se considera el rescate y reubicación de individuos de flora, así como reforestaciones al interior del polígono del proyecto, prestando atención en áreas que permitan mejorar el paisaje entro del área del proyecto y teniendo énfasis en zonas degradadas, por lo que se tendrá conservación del componente flora así como el incremento de la superficie que abarca, incluso llegando a cubrir zonas que actualmente presentan pastizales inducidos y/o áreas agropecuarias, y por ende se mantendrán y hasta aumentarán las áreas de oportunidad para la fauna, que en caso de ser encontrada en el área del desplante del camino, la antena o el área de los módulos de sanitarios en la Rehollada, será inmediatamente ahuyentada por el ruido producido por las actividades de construcción y de este no ser el caso serán rescatadas y reubicadas por personal capacitado. En las siguientes figuras, mismas que se incluyen en anexo para su mejor apreciación, se presentan áreas que actualmente se encuentran con vegetación compuesta por especies nativas y originarias de la región, así como áreas que ya han sido restauradas por la promovente. Es importante mencionar que dichas áreas serán conservadas a futuro.



Figura VII. 15 *Áreas con vegetación que será conservada dentro del área del proyecto.
Fuente: Fotografías tomadas en el área del proyecto.*

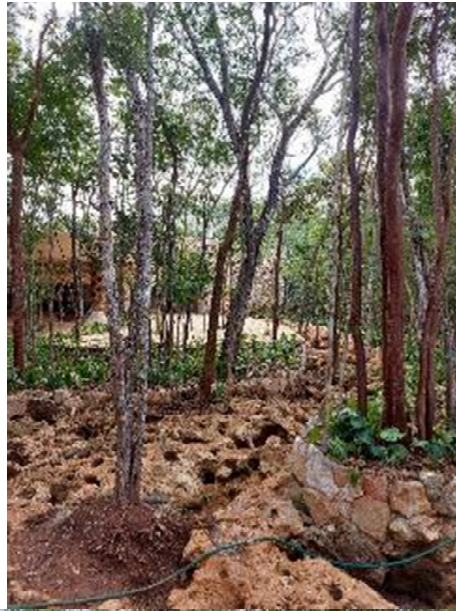


Figura VII. 16 Áreas que han sido restauradas por la promotora. Fuente: Fotografías tomadas en el área del proyecto.

Por otro lado, durante la etapa operativa del proyecto, las actividades estarán incidiendo principalmente en los cenotes, por lo que se prevé que el tránsito de turistas que estarán realizando actividades recreativas (nado, buceo, snorkel, senderismo y contemplación de los paisajes naturales y del paisaje de los cenotes), podría modificar la calidad del agua de los cuerpos naturales y artificiales, teniendo que, el tránsito de estos turistas y las actividades que realicen pudieran incidir en la calidad del agua, por algún tipo de residuo (restos de comida, envolturas plásticas, latas, envases, etc.) que, ante un manejo inadecuado, llegaran a parar en los cuerpos de agua y afectarlos (ver siguiente figura misma que se incluye en anexo para su mejor apreciación)



*Figura VII. 17 Cenote que se encuentra incidido por la presencia de contaminantes.
Fuente: Imagen de referencia tomada de internet.*

Para evitar que los cuerpos de agua se vean contaminados como se observa en la imagen anterior, además de que dentro del Programa de Manejo de Residuos se contempla el manejo adecuado de aguas residuales, se propone un programa de manejo integral de residuos sólidos, que permitirá la recolección y disposición final de los residuos generados en áreas destinadas y aprobadas para tal fin; aunado al manejo de residuos, se proponen una serie de medidas contenidas en el programa de Visita Responsable y Educación Ambiental (Ver Capítulo VI) con las cuales se pretende la concientización de los visitantes y trabajadores de manera que se limiten las actividades de los visitantes a las áreas establecidas y bajo la supervisión del personal capacitado mismo que es parte de la promotora; adicionalmente se propone el manejo de visitantes en grupos de 30 personas, duchas previas a la entrada a las áreas del proyecto con la finalidad de eliminar restos de productos de higiene personal, sudor y cualquier sustancia que pudiera llegar a interactuar con los cuerpos de agua, así de que se prohibirá el uso de bloqueadores, cremas o cualquier producto químico durante el recorrido y las actividades que realicen tanto los visitantes como el personal del proyecto dentro de los cenotes.

VII.2.2.1 Programas de monitoreo y seguimiento

Adicional a las medidas ya mencionadas, el proyecto propone un par de programas de monitoreo que permitirán conocer la calidad del agua y presencia de fauna, de manera que se maximicen los beneficios de las medidas preventivas y de mitigación propuestas, ayudando además a facilitar la predicción de los efectos de las actividades humanas en procesos ecológico naturales.

Por un lado, se realizará el **monitoreo de fauna** que analizará la estructura de poblaciones de fauna tanto terrestre como acuática, identificando cambios en los atributos poblacionales, esto por medio de fotografías, uso de trampas, búsqueda de indicios, fototrampeo y observaciones directas. A partir de los monitoreos que sean realizados a la fauna, en caso de observar que se están causando afectaciones por la incidencia de los turistas se procederá a restringir el acceso a áreas identificadas como de anidación, reproducción o alimentación, se colocarán señalamientos restrictivos y prohibitivos para evitar afectación a la fauna silvestre y se restringirá el número de visitantes en áreas de mayor relevancia para la fauna.

El otro programa de monitoreo corresponde al **monitoreo de la calidad del agua**, con los que se pretende conocer las características de los cuerpos de agua una vez que estos entren en operación; esto por medio de la medición y determinación de parámetros físicos, químicos y microbiológicos que serán realizados por un tiempo determinado, con la finalidad de obtener información sobre los cambios y los procesos naturales que se presentan en los cuerpos de agua y poder tomar decisiones sobre la reestructuración de las medidas necesarias para su buen funcionamiento, siendo así que, en caso de que los parámetros monitoreados presenten valores por encima de los Límites Máximos Permisibles se procederá a determinar la fuente de contaminación para tomar medidas o modificar las existentes de manera que se minimice o erradique la fuente, se reforzarán medidas de concientización y capacitaciones para la correcta disposición de residuos y se restringirá el número de visitantes del cuerpo de agua de acuerdo a su capacidad de carga.

VII.2.3. Conclusión

El escenario actual contempla las obras que ya se encuentran realizadas en el área del proyecto, mismas que se distribuyen en los alrededores de cenotes con las cuales se pretende hacer un acceso más sencillo y universal a dichos cuerpos de agua, para un uso turístico.

Teniendo en cuenta lo anterior, el escenario actual muestra que el proyecto se ubica en un área donde la vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia se encuentra fragmentada por el extenso uso de la tierra en actividades agropecuarias, de manera que la vegetación, tanto en el SA, como en el área del proyecto y su área de influencia, se visualiza como un mosaico intervenido principalmente por pastizales inducidos y algunas áreas urbanas. Es interesante mencionar que con el desarrollo del proyecto a nivel del SA no se tendrá modificación en la distribución de la vegetación ni se cambiará su tendencia hacia el cambio de uso de suelo, esto dado por que el proyecto se encuentra inmerso en la UGA 1.2 L que cuenta con política de aprovechamiento compatible con actividades de silvicultura, apicultura, turismo, actividades cinegéticas y agroforestería. Sin embargo de lo anterior, cuanto a la vegetación ya que, al tratarse de un desarrollo totalmente ecoturístico, se tendrá especial atención en el mantenimiento de las zonas vegetadas, permitiendo así la conservación de áreas naturales en las que se mantendrá la vegetación natural.

Por otro lado, el proyecto contempla dentro de sus obras y actividades, la construcción de tres obras nuevas correspondientes a un camino, una antena de comunicación y un módulo de baños, por lo que en su etapa de preparación y construcción generarán modificaciones puntuales a componentes ambientales como son la atmósfera, al suelo y a la biota; sin embargo, estas afectaciones serán puntuales tanto en tiempo como en espacio, ya que estarán restringidas a las áreas de desplante de las obras, aunado a que se proponen medidas de prevención conservación y mitigación que atenderán a los impactos ambientales que ya han sido calculados para estas obras (ver Capítulo V).

El proyecto se encuentra relativamente cercano a las poblaciones de Yalcobá y Xtut, por lo que se dará prioridad al empleo de personal de los poblados cercanos generando así una derrama económica directa debida a los empleos temporales y permanentes que

serán generados. De esta manera, se ampliarán las oportunidades laborales en las localidades cercanas actualmente limitadas a la agricultura para autoconsumo, brindando alternativas laborales y certificación para el trabajo a la población de las localidades cercanas, además de contratación de personal calificado de otros sitios del estado e incluso de otros estados de la República Mexicana.

Así mismo, con el programa de visita responsable y educación ambiental se promoverá el fomento a un uso ordenado del suelo y la conservación de los recursos de forma que, al mostrar ante los habitantes, trabajadores, visitantes y huéspedes, de manera sustentable, regulada y responsable los diferentes cuerpos de agua o cenotes que le da a esta área su belleza escénica única, se estará generando una actividad productiva y se impulsará la conservación de los recursos locales.

Finalmente, cabe mencionar que como se ha descrito en el Capítulo II de esta MIA-P, se está solicitando para el proyecto la autorización en materia de impacto ambiental de tres obras nuevas, así como la autorización para la operación y mantenimiento de las obras y acciones que ya han sido sancionadas por la PROFEPA. Pero cabe indicar, que más allá de la omisión administrativa que se ha indicado por la PROFEPA, y que motivan la presentación de esta MIA-P, la promovente ha desarrollado todas sus actividades considerando las medidas de mitigación pertinentes que ha propuesto en las solicitudes de autorización en materia de impacto ambiental y para cambio de uso de suelo de terrenos forestales que ha realizado ante el Gobierno del Estado de Yucatán, así como ante la Federación, además de atender las condicionantes que se han establecido en las autorizaciones emitidas para el proyecto Desarrollo Xibalbá (en los anexos se incluyen las autorizaciones otorgadas).

En este sentido, se han aplicado medidas de mitigación con el objeto de proteger ecosistemas, así como los bienes y servicios que ofrecen, de manera que se ha atendido de forma permanente las medidas para prevenir o mitigar los impactos ambientales. De las medidas establecidas destacan la protección de las especies de flora protegidas legalmente, manejo de residuos y control de emisiones, monitoreo de calidad del agua, tratamiento de aguas residuales, depósito al Fondo Forestal como compensación ambiental, acciones pertinentes para evitar la contaminación del entorno y la afectación

de áreas fuera de las superficies autorizadas para el cambio de uso del suelo, así como la elaboración de un programa de vigilancia ambiental.

Dado lo anterior, en la actualidad, debido a que se ha dado cumplimiento a lo establecido en las autorizaciones ambientales, se tiene una buena calidad del sistema ambiental y se mantiene la integridad de los ecosistemas, así como los bienes y servicios ambientales que se ofrecen.

Para el desarrollo de las obras faltantes se continuarán aplicando las medidas y programas que ya se están aplicando actualmente y se han diseñado las medidas adecuadas para evitar o minimizar los efectos derivados del proyecto (actividad turística en los cenotes), esperando que con ello se siga manteniendo la integridad del sistema ambiental.

Capítulo VIII

MIA-P

“DESARROLLO ECOTURISTICO XIBALBÁ, OBRAS ADICIONALES”

*IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y
ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL*



Contenido

I. IDENTIFICACION DE LOS INSTRUMENTOS METODOLOGICOS Y ELEMENTOS TECNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL.....	3
I.1 Anexos electrónicos.....	3
II. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	4

I. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

En este capítulo se integran, para aquellos capítulos de la MIA que lo ameritan, los elementos técnicos necesarios para mejor proveer lo expuesto en éstos.

I.1 Anexos electrónicos

Como sustento de los resultados de la MIA se incluyen los siguientes anexos en forma electrónica:

Carpeta:

Capítulo II

Presenta coordenadas, imágenes, archivos kmz y resolutiveos pertenecientes al área del proyecto.

Capítulo III

Contiene cartografía perteneciente a las Áreas Naturales Protegidas, Sitios Ramsar y Programas de Ordenamientos Ecológicos, a demás de un archivo PDF de la resolución No. PFPA37.5/2C27.5/0074/21/0224.

Capítulo IV

Contiene un listado de la fauna y flora memoria fotográfica del área del proyecto, cartografía y tablas de los aspectos ambientales y adicionalmente un estudio hidrogeológico.

Capítulo V

Contiene tablas de información sobre los impactos ambientales en el área del proyecto.

Capítulo VI

Contiene información sobre las medidas preventivas, parámetros, indicadores para el impacto ambiental e información sobre el manejo de residuos.

Capítulo VII

Contiene imágenes de la cobertura de vegetación presentes en el área, ubicación y memoria fotográfica de los cenotes y áreas restauradas por la promotente.

II. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

Beddows P.A. 2003. Cave hydrology of the Caribbean Yucatan coast: Association of Mexican Cave Studies *Bulletin*, 11, 96 p.

Beddows, P., P. Blanchon, E. Escobar y O. Torres-Talamante. 2007. Los cenotes de la península de Yucatán. *Arqueología Mexicana*, núm. 83, pp. 32-35.

Beddows P., Blanchon P., Escobar E., Torres-Talamante O. (s/f) Los cenotes de la península de Yucatán. Recuperado de: <https://sds.yucatan.gob.mx/cenotes-grutas/documentos/cenotes-peninsula.pdf>

Cely, A.V. 1999. Metodología de los Escenarios para Estudios Prospectivos. *Revista Ingeniería e Investigación* No, 44.

Cottler, H., E. Sotelo, J. Domínguez, M. Zorrilla, S. Cortina y L. Quiñones. 2007. La conservación de suelos: un asunto de interés público. *Gaceta Ecológica*, SEMARNAT.

Comunidad de Madrid, 2012. Ruido y vibraciones en la maquinaria de obra. Madrid, España.

CONAMA, 2014. Estudio del nivel de ruido emitido por los vehículos del parque automovilístico valenciano y su relación con la calidad acústica de nuestras ciudades. Recuperado de: <http://www.conama2014.conama.org/conama2014/download/files/conama2014/CT%202014/1896711948.pdf> México, No. 83, pp. 5-71.

Conesa, V. 2010. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. España. Ediciones Mundi prensa.

Duch, G.J. 1988. La conformación territorial del estado de Yucatán. Universidad Autónoma Chapingo-Centro Regional de la Península de Yucatán. Texcoco, México.

Durán, R. y M. Méndez. (Eds.). 2010. Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. 496 p.

Escolero O.A., L.E. Marin, B. Steinich y J. Pacheco. 2000. Delimitation of a hydrogeological reserve for a city within a karstic aquifer: The Merida Yucatan example. *Landscape and Urban Planning*, 51:53-62.

Estudio de capacidad de carga y límite de cambio aceptable cenotes proyecto He'elel (2018), Grupo Xcaret.

FAO, 1995. Impacto Ambiental de las Prácticas de Cosecha Forestal y Construcción de Caminos en Bosques Nativos Siempreverdes de la X Región de Chile. Roma, Italia.

FAO. 1996. Ecología y enseñanza rural. Nociones ambientales básicas para profesores rurales y extensionistas. Roma. Italia.

Garmendia A., Salvador A., Crespo C. y Garmendia L. 2005. Evaluación de impacto ambiental. Pearson Prentice Hall. Madrid.

Gómez, D. 2003. Evaluación de impacto ambiental. España. Ediciones Mundi-prensa.

Guzmán Noh G. y Rodríguez Esteves J. M. 2016. Elementos de la vulnerabilidad ante huracanes. Impacto del huracán Isidora en Chabihau, Yobain, Yucatán. Política y Cultura No. 45 UAM Xochimilco.

Hall, F. G. 1936. Physical and chemical survey of cenotes of Yucatan. Carnegie Inst.Wash. Publ., 457, 5–16.

León, J.D, (s.f.). Evaluación del impacto ambiental de proyectos de desarrollo. Recuperado

de: <http://ingenieroambiental.com/4017/evaluacion%20del%20impacto%20ambiental%20de%20proyectos%20de%20desarrollo.pdf>

Lugo-Hubp, J., Aceves, J., Espinasa, R. 1992. Rasgos geomorfológicos mayores de la Península de Yucatán. *Revista del Instituto de Geología*. UNAM 101, 143–150.

Manual de Métodos para la Elaboración de Programas de Uso Público en Áreas Protegidas de la Región del Sistema Arrecifal Mesoamericano (2005). Recuperado de: http://www.mbrs.doe.gov.bz/dbdocs/tech/es_PubUse.pdf

Marín, L. E., B. Steinich, J. Pacheco y O. A. Escolero. 2000. Hydrogeology of a contaminated sole-source karst aquifer, Mérida, Yucatán, México, *Geofísica Internacional*, Vol. 39, Núm. 4 pp. 359-365.

Mosquera, G. J. 2003. Base de datos de niveles de ruido de equipos que se usan en la construcción, para estudios de impacto ambiental. Tesis de grado. Universidad Austral de Chile.

Miklos, T. y M. Arroyo. 2008. Prospectiva y escenarios para el cambio social. Working papers 8

Nogué, J. y J. de San Eugenio Vela. 2011. La dimensión comunicativa del paisaje: Una propuesta teórica y aplicada. *Revista de Geografía Norte Grande*, 25-43.

Patrouilleau, M.M. 2019. Notas epistemológicas y metodológicas sobre prospectiva y métodos de escenarios

Perry E., L. Marin, J. McClain y G. Velázquez. 1995. Ring of cenotes (sinkholes), Northwest Yucatan Peninsula, Mexico: Its hydrogeologic characteristics and posible association with the Chicxulub impact crater. *Geology*, 23(1): 17-20.

Prado Roque, S. A. 2008. Estrategia preliminar para la aplicación de la política de gestión del agua por cuenca en la Región XII, Península de Yucatán. Gerencia Regional de la Península de Yucatán de la Comisión Nacional del Agua. Disponible en: http://siga.cna.gob.mx/SIGA/Regionales/Peninsula_Yucatan/CONGOAX2.htm

Romano, G. et al. 2014. Informe técnico final. Estudio de Límite de Cambio Aceptable, Área de Protección de Flora y Fauna Isla Cozumel. Cozumel, Quintana Roo. México. 153p.

Schmitter-Soto, J.J., Comín, F., Escobar-Briones, E., Herrera-Silveira, J., Alcocer, J., SuárezMorales, E., Elías-Gutiérrez, M., Díaz-Arce, V., Marín, L. and Steinich, B. 2002.

Hydrogeochemical and biological characteristics of cenotes in Yucatan Peninsula (SE Mexico). *Hydrobiologia*. 467:215-228.

SEA. 2017. Guía sobre el Área de Influencia en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Servicio de Evaluación Ambiental. Gobierno de Chile. 46 p.

SEMARNAT, 2018. Criterios de evaluación de impacto ambiental. Recuperado de: <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/criterios-de-evaluacion-de-impacto-ambiental>

SGM. 2006. Carta Geológica – Minera, Clave F16-11 y F16-10. Quintana Roo y Yucatán. Servicio Geológico Mexicano. Gobierno Federal.

Bibliografía Fauna Terrestre

Álvarez-Romero, J. y R. A. Medellín. 2005. *Odocoileus virginianus*. Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto U020. México. D.F.

Bautista-Hernández, C.E., Monks, S., Pulido-Flores, G. 2013. Los parásitos y el estudio de su biodiversidad: un enfoque sobre los estimadores de la riqueza de especies los estimadores de la riqueza de especies. Estudios científicos en el estado de Hidalgo y zonas aledañas, Volumen II.

Berlanga, H., H. Gómez de Silva, V. M. Vargas-Canales, V. Rodríguez-Contreras, L. A. Lista actualizada de especies y nombres comunes. CONABIO, México D.F.

Colwell, K., C. X. Mao y J. Chang. 2004. Interpolating, ex-trapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves. *Ecology* 85:2717-2727.

Contreras-Rodríguez, SM., Peralta-Zapata, NA. 2015. El monitoreo de la avifauna y sus procesos ecológicos en proyectos de restauración ecológica. EN: Aguilar-Garavito M. y W. Ramírez (eds.) 2015. Monitoreo a procesos de restauración ecológica, aplicado a ecosistemas terrestres. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá D.C., Colombia. 250 pp

Cortés-Ramírez, G., Gordillo-Martínez, A., Navarro-Sigüenza, A.G. (2012). Patrones biogeográficos de las aves de la península de Yucatán. *Revista mexicana de biodiversidad*, 83(2), 530-542.

Díaz-Pulido A., Payán E. 2012. Manual de fototrampeo: una herramienta de investigación para la conservación de la biodiversidad en Colombia. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Panthera Colombia. Bogotá D.C.

Ecotropico. 2015. Caracterización de la Flora y Fauna de la Ventana Beltrán (Corregimiento Paquiló, Municipio de Beltrán, Cundinamarca). Convenio de Cooperación No. 14-12-067-285ce entre el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y la Fundación Ecotrópico Colombia, en el marco del proyecto: Planeación Ambiental para la Conservación de la Biodiversidad de las Áreas Operativas de Ecopetrol.
http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/9343/9_Ecotropica_Beltran_Ecotropico.pdf?sequence=1&isAllowed=y

González-Sánchez, V. H., Johnson, J., García-Padilla, E., Mata-Silva, V., DeSantis, D., Wilson, L. 2017. The herpetofauna of the Mexican Yucatan Peninsula: composition, distribution, and conservation. *Mesoamerican Herpetology*. *Mesoamerican Herpetology*. 4. 264–380.

INBio. National Biodiversity Institute (INBio) of Costa Rica.
<https://www.gbif.org/es/publisher/5c7a5c20-1bd0-11d8-a2da-b8a03c50a862>

Jaksic, F.M. 1998. Vertebrate invaders and their ecological impacts in Chile. *Biodiversity and Conservation*. 7.

Lee, S. M. y A. Chao. 1994. Estimating population size via sample coverage for close capture-recapture models. *Biometrics* 50:88-97.

López-Tello, M.E. 2014. Patrón de actividad del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán. Tesis. Instituto de Neuroetología. Universidad Veracruzana.

Magurran A. E. 2003. *Measuring Biological Diversity*.

Martínez-Ceceñas Y., Hénaut Y., Naranjo E.J., Carrillo-Reyes A. 2020. Conducta alimentaria del tepezcuintle (*Cuniculus paca*) en dos sitios con distinto uso de suelo en la selva Lacandona, Chiapas, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. Vol. 91

Moreno, C. E. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T–Manuales y Tesis SEA, Vol.1. Zaragoza, 84 p.

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.

RUM *Odocoileus virginianus*: White-tailed deer [en línea] Michigan, EUA. <http://animaldiversity.ummz.umich.edu/site/index.html> [consulta: 2001]

Sánchez-González, R. Ortega-Álvarez y R. Calderón-Parra (2019). *Aves de México: Lista*

Sosa Escalante, J. E., Hernández Betancourt, S., Pech Canché, J. M., MacSwiney G., M. C., & Díaz Gamboa, R. (2014). Los Mamíferos del Estado de Yucatán. *Revista Mexicana De Mastozoología (Nueva Época)*, 4(1), 40–59. <https://doi.org/10.22201/ie.20074484e.2014.4.1.190>

Urbina-Cardona, N. et al. 2015. El monitoreo de herpetofauna en los procesos de restauración ecológica: indicadores y métodos. EN: Aguilar-Garavito M. y W. Ramírez (eds.) 2015. *Monitoreo a procesos de restauración ecológica, aplicado a ecosistemas terrestres*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá D.C., Colombia. 250 pp.

Bibliografía Flora

(2012). Índice valor de importancia, diversidad y similaridad florística de especies leñosas en tres ecosistemas de los llanos centrales de Venezuela. *Agronomía Tropical*, 62(1-4), 025-038. Recuperado en 14 de noviembre de 2021, de

http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2012000100003&lng=es&tlng=es.

Campos Ríos, M. G., & Chiang Cabrera, F. (2006). Una revisión nomenclatural de los tipos de plantas de la Península de Yucatán. *Polibotánica* (22), 89-149. Recuperado el 09 de noviembre de 2021

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) (2011). *La biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado*. Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A.C. México.

Copyright © 2021 CONABIO. (27 de 10 de 2021). BIODIVERSIDAD MEXICANA. Recuperado el 08 de NOVIEMBRE de 2021, de BIODIVERSIDAD MEXICANA: https://www.biodiversidad.gob.mx/region/EEB/estudios/ee_yucatan

Cruz Izaguirre, K. I., & Muñoz Güemes, A. (noviembre de 2020). *Análisis de la flora y Fauna de la Península de Yucatán*. San Luis Potosí, México.

D.R. SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES, COMISIÓN NACIONAL FORESTAL. (2013). *INVENTARIO FORESTAL Y DE SUELOS, YUCATÁN 2013. TLALPAN, DISTRITO FEDERAL: SECRETARÍA DE MEDIOAMBIENTE Y RECURSOS NATURALES-*.

Dirzo R., Aguirre A. y López J.C. (2009). Diversidad florística de las selvas húmedas en paisajes antropizados. *Investigación Ambiental*. 1:17- 22.

Duno de Steffano, R., Ramírez Morillo, I., Tapia Muñoz, J. L., Hernández Aguilar, S., Can, L. L., Cetzal Ix, W., . . . Fernández Concha, G. (18 de febrero de 2018). Aspectos generales de la flora vascular de la península de Yucatán Mexicana. *Botanical Sciences*, 96(3), 515-532.

Góngora González, S., Reygadas Prado, F., & Couoh Canul, Y. I. (2006). *Diagnóstico ambiental y forestal del estado de Yucatán*. México: Inifap.

Herrera A. y Fontalvo H. (2011). *Seis sigmas. Métodos estadísticos y sus aplicaciones*, Edición electrónica gratuita. Texto completo en www.eumed.net/libros/2011b/939/

INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA. (2006). La flora representativa del oriente de Yucatán; sus usos e importancia. México: Secretaría de agricultura y recursos hidráulicos, Comisión Nacional del agua.

Martínez G. M. y Mari B. M. (s.f.). Parámetros estadísticos de posición, dispersión y forma. Universidad politécnica de Valencia. Departamento de estadística, investigación operativa aplicada y calidad.

Moreno C.E., Barragán F., Pineda E., Pavón N.P. (2011). Reanálisis de la diversidad alpha: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 82:1249-1261.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (08 de mayo de 2007). Programa de Conservación y Manejo Área de protección de Flora y Fauna "Otoch Ma'ax Yetel Koo". SEMARNAT.

Schmitter-Soto, J. J., F. A. Comín., E. Escobar-Briones., J. Herrera-Silveira., J. Alcocer., E. SuárezMorales., M. Elías-Gutiérrez., V. Díaz-Arce., L. E. Marín., y B. Steinich. 2002. Hydrogeochemical and biological characteristics of cenotes in the Yucatan Peninsula (SE Mexico). *Hydrobiologia* 467: 215- 228

Bibliografía estigofauna

Alcocer, J., Lugo, A., Marín, L. E. et al. (1998). Hydrochemistry of waters from five cenotes and evaluation of their suitability for drinking-water supplies, northeastern Yucatan, Mexico.

Hydrogeology Journal, 6(2), 293–301. <https://doi.org/10.1007/s100400050152>

Barbour, T., & Cole, L. J. (1906). Reptilia, Amphibia, and Pisces. En: *Vertebrata from Yucatan*. *Bull.Mus. Comp. Zool.*, 50(1–2), 155–159.

Barrientos-medina, R. C., & Gasca Tenorio, L. (2017). Diversidad de peces en cenotes del municipio de Mérida, Yucatán. *Bioagrocencias*, 10, 30–43.

Battershill, C., & Kingsford, M. J. (2000). Studying temperate marine environments : a handbook for ecologists (M. Kingsford & C. Battershill (Eds.)). Canterbury University Press.

Beauchamp, D. A., Wahl, D. H., & Johnson, B. M. (2007). Analysis and Interpretation of Freshwater

Fisheries Data. In C. S. Guy & M. L. Brown (Eds.), Predator-prey interactions (pp. 765–842).

American Fisheries Society. <https://doi.org/10.47886/9781888569773>

Casas-Beltrán, D. A., Gallaher, C. M., Hernandez Yac, E. et al. (2020). Seaweed Invasion! Temporal Changes in Beach Conditions Lead to Increasing Cenote Usage and Contamination in the Riviera Maya. Sustainability, 12(6), 2474. <https://doi.org/10.3390/su12062474>

Ceballos, G. (2016). Los peces dulceacuícolas de México en peligro de extinción. FCE, UNAM, CONABIO, CONANP.

Chumba–Segura, L., & Medina–González, R. (2000). Los peces dulceacuícolas de Yucatán: cenotes, petenes y manantiales. México a, 2, 9–14.

CONAGUA. (2015). Programa Hídrico Regional 2014-2018 de la Región HidrológicoAdministrativa XII Península de Yucatán. CONAGUA.

Delgado-Rivera, F. (2004). Composición de especies y abundancia íctiva en dos cenotes del estado de Yucatán. Universidad Autónoma de Yucatán.

Deng, Y., Young, C., Fu, X. et al. (2017). The integrated impacts of human activities and rising sea level on the saltwater intrusion in the east coast of the Yucatan Peninsula, Mexico. Natural Hazards, 85(2), 1063–1088. <https://doi.org/10.1007/s11069-016-2621-5>

Escalante, M. (2006). Comunidades de peces y su relación con las características fisicoquímicas y bacteriológicas en cenotes del oeste del estado de Yucatán. Universidad Autónoma de Yucatán.

Evermann, B., & Goldsborough, E. L. (1902). A report on fishes collected in Mexico and Central America, with descriptions of five new species. *Bulletin of the United States Fisheries Commission*.

Hall, F. G. (1936). Physical and chemical survey of cenotes of Yucatan. *Carnegie Inst. Wash. Publ.*, 457, 5–16.

Hubbs, C. L. (1938). Fishes from the caves of Yucatan. *Carnegie Institution of Washington Publications*, 497(21), 261–295.

INEGI. (2002). Estudio hidrológico del estado de Yucatán. In *Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)* (p. 92). INEGI.

http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/2104/702825224165/702825224165.pdf

INEGI. (2015). *Anuario estadístico y geográfico de Yucatán 2015*. INEGI.

https://seguimientogabinete.yucatan.gob.mx/indicadores/archivos/adjuntos/anuario_2015.pdf

Kú-Silveira, I. A. (2017). Estructura de las comunidades de peces de cenotes en la zona costera de Yucatán. *Universidad Autónoma de Yucatán*.

Medina–González, R., Proudlove, G., Chumba–Segura, L. et al. (2001). Threatened Fishes of the World: *Ophisternon infernale* (Hubbs, 1938) (Synbranchidae). *Environmental Biology of Fishes*, 62(1–3), 170–170. <https://doi.org/10.1023/A:1011816312583>

Miller, R. R., Minckley, W. L., Norris, S. M. et al. (2005). *Freshwater fishes of México*. 490.

Møller, P. R., Schwarzhans, W., & Nielsen, J. G. (2004). Review of the American *Dinemactichthyini* (Teleostei: Bythitidae). Part 1. *Dinematichthys*, *Gunterichthys*, *Thypliasina* and two new genera.

Aqua, 8, 141–192.

[https://snm.ku.dk/ansatte/forskning/?pure=da%2Fpublications%2Freview-of-the-american-dinemactichthyini-teleostei-bythitidae-part-1-dinematichthys-gunterichthys-thypliasina-and-two-new-genera\(a5404920-74c3-11db-bee9-02004c4f4f50\)%2Fexport.html](https://snm.ku.dk/ansatte/forskning/?pure=da%2Fpublications%2Freview-of-the-american-dinemactichthyini-teleostei-bythitidae-part-1-dinematichthys-gunterichthys-thypliasina-and-two-new-genera(a5404920-74c3-11db-bee9-02004c4f4f50)%2Fexport.html)

Navarrete-Vázquez, S. (2006). Patrones espaciales en la distribución de peces de agua dulce en Yucatán, México. Universidad Autónoma de Yucatán.

Niemiller, M. L., & Soares, D. (2015). Cave Environments. Extremophile Fishes: Ecology, Evolution, and Physiology of Teleosts in Extreme Environments, 161–191. https://doi.org/10.1007/978-3-319-13362-1_8

Pohlman, J. W., Iliffe, T., & Cifuentes, L. (1997). A stable isotope study of organic cycling and the ecology of an anchialine cave ecosystem. *Marine Ecology Progress Series*, 155, 17–27.

<https://doi.org/10.3354/meps155017>

Pohlman, J. W., Cifuentes, L., & Iliffe, T. M. (2000). Food Web Dynamics and Biogeochemistry of Anchialine Caves: A Stable Isotope Approach. In H. Wilkens, D. Culver & W. Humphreys (Eds.), *Ecosystems of the World: Vol. 30. Subter* (pp. 345–357). Elsevier.

Proudlove, G., Medina-González, R., Chumba-Segura, L. et al. (2001). Threatened Fishes of the World: *Ogilbia pearsei* (Hubbs, 1938) (Bythitidae). *Environmental Biology of Fishes*, 62(1–3), 214–214.

<https://doi.org/10.1023/A:1011813916218>

Reddell, J. R. (1977). Studies on the Caves and Cave Fauna of the Yucatan Peninsula Bulletin 6 (J. R. Reddell (Ed.)). AMCS.

Saint-Loup, R., Felix, T., Maqueda, A. et al. (2018). A survey of groundwater quality in Tulum region, Yucatan Peninsula, Mexico. *Environmental Earth Sciences*, 77(18), 644.

<https://doi.org/10.1007/s12665-018-7747-1>

Schmitter-Soto, J. J. (1996). Catálogo de los peces continentales de Quintana Roo. El Colegio de la Frontera Sur. <http://www.nativefishlab.net/library/textpdf/20569.pdf>

Schmitter-Soto, J. J., Comín, F. A., Escobar-Briones, E. et al. (2002). Hydrogeochemical and biological characteristics of cenotes in the Yucatan Peninsula (SE Mexico). *Hydrobiologia*, 467, 215–228.

<https://doi.org/10.1023/A:1014923217206>

Smith, R. L., & Smith, T. M. (Thomas M. (2001). *Ecología: 4a edición*. Addison Wesley.

Wilkins, H. (1982). Regressive evolution and phylogenetic age: the history of colonization of freshwaters of Yucatan by fish and crustacea. *Association for Mexican Cave Studies Bulletin*, 8, 237–243.

<https://doi.org/10.1111/j.1439-0469.1979.tb00709.x>