

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD: PARTICULAR
SOBRE EL PROCESO DE CAMBIO DE USO DEL SUELO
A FAVOR DEL DESARROLLO ECOTURÍSTICO XIBALBÁ.**

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

I.1 Croquis donde se señalen las características de ubicación del proyecto, las localidades próximas, rasgos fisiográficos e hidrológicos sobresalientes y próximos, vías de comunicación y otras que permitan su fácil ubicación. Ver figura I.1

I.1.1 Nombre del proyecto:

Desarrollo Ecoturístico Xibalbá

I.1.2 Ubicación del proyecto:

7 km al noreste de Yalcobá, 3 km al suroeste de Xtut, Localidad Xtut, Municipio Valladolid, Yucatán.

I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto:

El tiempo estimado para el proyecto cuente con el total de las instalaciones y servicios en el concebidas es de 10 años.

I.1.4 Presentación de la documentación legal:

Por su extensión la documentación que ampara la legal tenencia de los terrenos involucrados en este desarrollo se presentan en los Anexos 1 y 2

I.2 Promovente

I.2.1 Nombre o razón social

Eliminado: Un renglón. Fundamento Legal Artículo 116 de la LGTAIP y Artículo 113 LFTAIP, en la cual se establece, que se considera información confidencial la que contiene datos personales concernientes a una persona física identificada o identificable en base a la resolución 508/2017 emitida el 06 de Noviembre del presente año.

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente

Se presenta copia de identificación (IFE) Anexo 3

I.2.3 Nombre y cargo del representante legal

Se presenta Carta Poder y Copia de Identificación IFE (Anexos 4 y 5)

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

Eliminado: Tres renglones. Fundamento Legal Artículo 116 de la LGTAIP y Artículo 113 LFTAIP, en la cual se establece, que se considera información confidencial la que contiene datos personales concernientes a una persona física identificada o identificable en base a la resolución 508/2017 emitida el 06 de Noviembre del presente año.

I.3 Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental

I.3.1 Nombre o Razón Social

Biocenosis A.C.

I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP

BIO830216419

I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio Registro Federal de Contribuyentes o CURP. Número de Cédula Profesional.

Carlos A. Alcérreca Aguirre. Cédula profesional 649765 UNAM

1.3.4. RFC del responsable técnico de la elaboración del estudio

AEAC530717 QS3

1.3.5. Dirección del responsable técnico del estudio:

Calle 4 #356 entre 11 y 15 Fracc. Jose Maria Iturralde C.P. 97134 Mérida Yucatán
9999 433670

alcerreca@biocenosis.org.mx



biocenosis, A.C.

Para la Conservación de la Naturaleza



www.biocenosis.org.mx

MIA MP / CUS para el Desarrollo Ecoturístico Xibalbá

Capítulo I

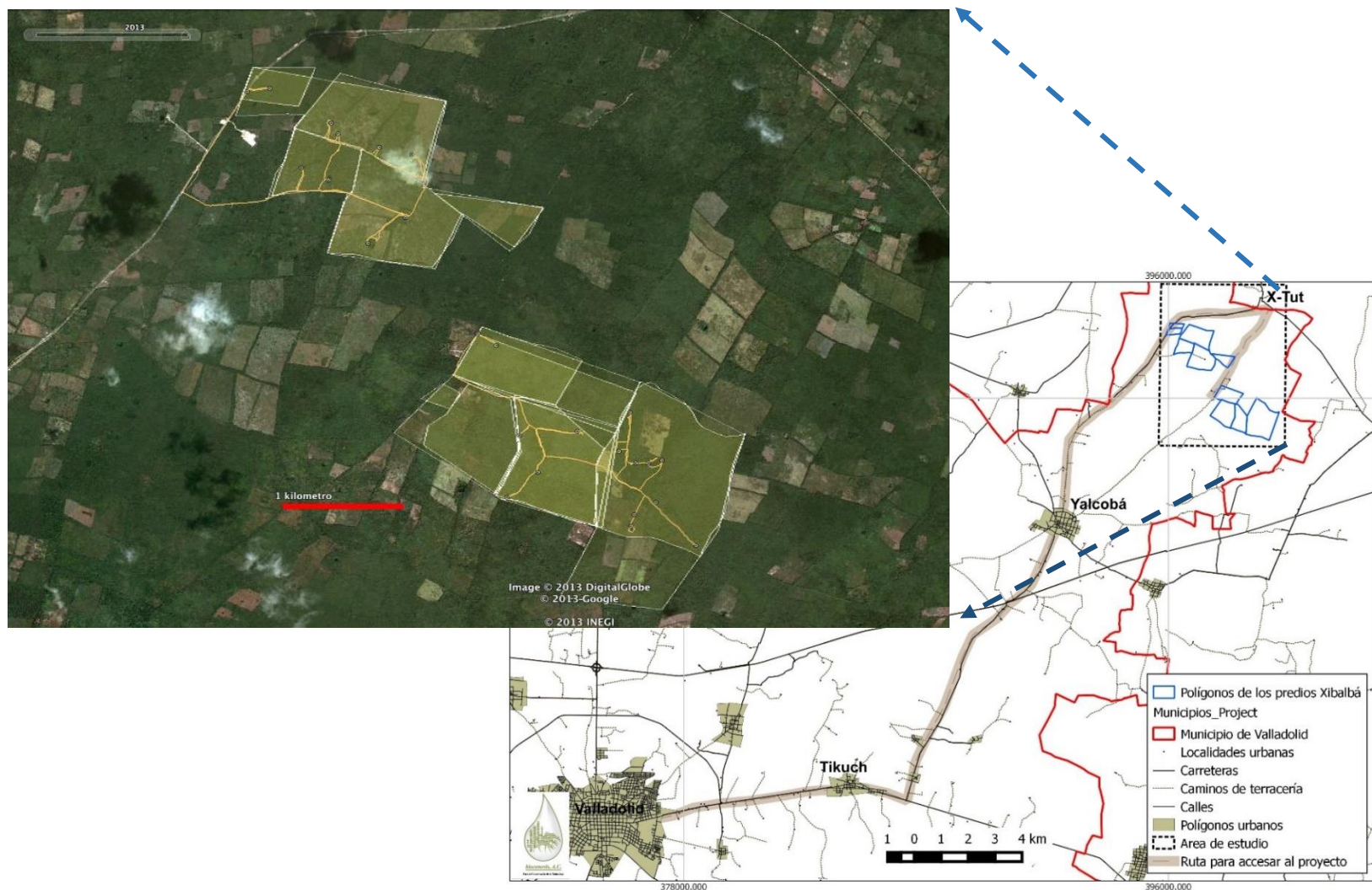


Figura I.1.a Ubicación del Proyecto Xibalbá al noreste de Yalcobá en el Municipio de Valladolid

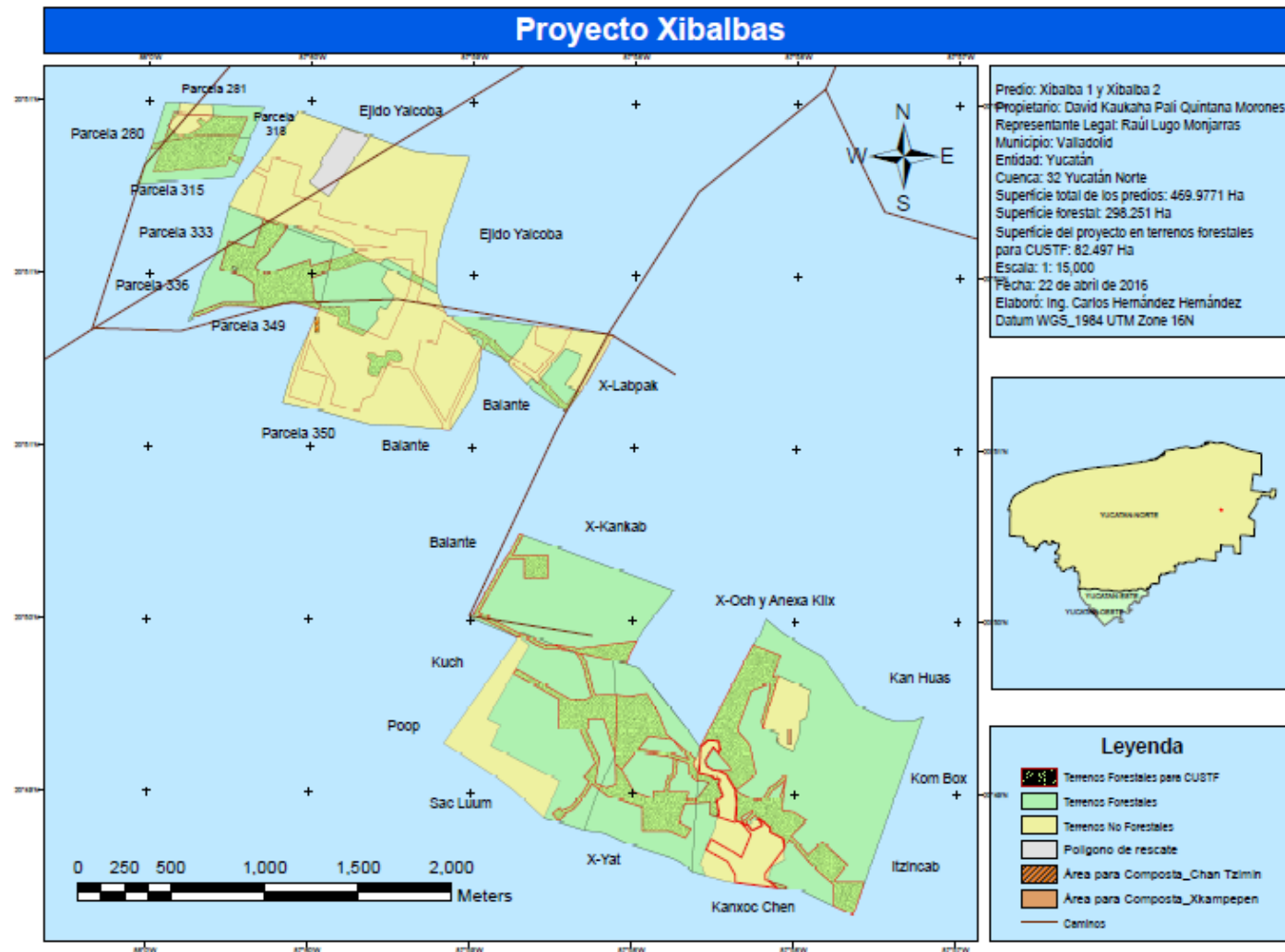


Figura I.1. b muestra los 2 polígonos que integran el proyecto (469.9 ha) y en el recuadro manifiesta los detalles en materia de superficies en terrenos forestales, terrenos no forestales, áreas solicitadas para cambio de uso del suelo en terrenos forestales.

Para mas detalle

Ver anexo cartográfico

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1 Información general del proyecto

II.1.1 Naturaleza del proyecto:

El Desarrollo Ecoturístico Xibalbá es un proyecto nuevo cuyo objetivo principal es de proveer de servicios ecoturísticos a un amplio sector de la población de visitantes, 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. Este desarrollo ecoturístico se propone solventar estas deficiencias mediante el trazo de senderos, rampas, túneles y canales *ad oc*, generando las condiciones que permitan este acceso a prácticamente cualquier persona sin importar su edad o condición física, sin que las obras y/o las actividades redunden en perjuicio permanente para los recursos naturales ahí presentes ya que estos son justamente el sustrato elemental del propio desarrollo.

En consonancia con lo anterior el proyecto prevé el desarrollo de infraestructura de servicios (hoteles, restaurantes, vestidores, sanitarios, tirolesas, etc.) del más alto nivel estético, técnico, como de eficiencia energética, recurriendo en lo posible al uso de materiales de la región.

Argumentos que viene a sumarse al ideal de la conservación de las bellezas escénicas y la biodiversidad propia de la región centro oriente del estado de Yucatán en el que coinciden, tanto la filosofía del desarrollador, como los intereses de la autoridad competente, así como los intereses económicos implícitos en propiciar la activación de la economía local y regional.

El presente proyecto se concibe como el más importante (por su extensión, diseño e inversión) que se conoce para el estado de Yucatán en materia ecoturística, el cual, en congruencia con la realidad actual, prevé la generación de numerosos empleos, de capacitación y constituirse en motor de la economía de la región y el estado.

Cabe destacar que, en lo referente a aprovechamiento de recursos naturales, serán los materiales pétreos los más utilizados, sea en procesos de nivelación, como de construcción. Materiales que serán obtenidos a partir de los trabajos previos de despalme y excavaciones previstas como parte del proyecto evitando el desarrollo de banco de material alguno en la zona, asumiendo que, en caso de requerir material adicional, estos serán adquiridos a partir de proveedores debidamente autorizados o bien, en caso de contar con excedentes de dichos materiales al final de las obras, estos serán trasladados al sitio designado por la autoridad competente.

En virtud de que el proyecto se autoimpone no escatimar esfuerzos (creativos, organizacionales, y económicos) para minimizar su huella de carbono, se plantea recurrir a las más avanzadas tecnologías para optimizar el uso de todos los recursos naturales y energéticos con los que se vincule, así como en desarrollar todos los esfuerzos a su alcance en materia de reciclamiento de: aguas residuales, materiales inorgánicos (buscando su clasificación desde su recepción en cada basurero), así como de materiales orgánicos provenientes de despalme, jardinería, restaurantes, etc., sujetando estos procesos a la supervisión mediante bitácoras y sistemas de monitoreo permanentes.

II.1.2 Selección del sitio

La selección de la serie de terrenos que albergan al proyecto obedeció principalmente a 4 condiciones fundamentales: (1) La oportunidad de que sus propietarios originales estuvieran abiertos a su venta, (2) que fueran propiedades colindantes, (3) que en conjunto conformaran una superficie amplia y suficiente para albergar el proyecto concebido inicialmente y (4) que dentro de estos se encontraran condiciones escénicas que con algunos esfuerzos de arquitectura del paisaje y restauración de hábitats silvestres dieran satisfacción a los requerimientos de un proyecto, como lo es este, que se fundamente en las cualidades de los recursos naturales y bellezas paisajísticas.

Justificación del proyecto

Para conformar el marco teórico de referencia que dé cobertura a esta iniciativa traeremos a colación algunas palabras de Carabias, L.J., vertidas en su artículo **ECOTURISMO Y CONSERVACIÓN**, publicado en el periódico Reforma el 2 de abril 2009, donde comenta:

.... "La Organización Mundial de Turismo estimó que en 2004 esta actividad generó cerca del 10.4% del PIB mundial y 215 millones de empleos (8% del total mundial). El número de turistas creció, entre 1950 y 2004, de 25 millones a 760 millones. Dentro de estas categorías, el turismo de naturaleza es el que más se ha incrementado. Mientras que la industria del turismo mundial en conjunto creció, en la década de los noventa, en 9%, la categoría de naturaleza lo hizo entre 20 y 30%.

Al turismo de naturaleza, definido como un viaje responsable en áreas naturales, gracias al cual se puede conservar el medio ambiente y mejorar las condiciones de vida de la población local.

Para que una actividad sea considerada eco turística debe contar, al menos, con tres requisitos: 1) que promueva la conservación de los espacios naturales; 2) que sea una opción productiva que involucre directamente a los dueños de la tierra; y 3) que contribuya a la educación de quienes la realizan.

Los espacios naturales que el eco turista busca son los mejor conservados y eso suele estar asociado a sitios aislados y a poblaciones en condiciones de marginación. El ecoturismo confiere un valor económico a estos espacios y, con ello, los dueños de la tierra pueden encontrar su sustento de vida....

....Aprovechar el enorme potencial que el ecoturismo tiene en el país implica además de normar para evitar los impactos ambientales, impulsar una verdadera política de fomento, con una visión de largo plazo, que cumpla con los requisitos mencionados y ofrezca certidumbre a las inversiones. Debido a que es una gran opción para la conservación del patrimonio natural y para el desarrollo de regiones marginadas, bien vale la pena el fomento, incluso subsidiado, para arrancar procesos ecoturísticos ordenados en las distintas regiones del país".

Justificación ambiental:

Las actividades ecoturísticas que se plantean como objetivo central del Proyecto Desarrollo Ecoturístico Xibalbá representan actividades amigables con el ambiente que se fundamentan en

el uso del paisaje. **Los cambios que se producirán sobre la naturaleza son mitigables, solo de alcance local, temporales (excepto un reducido porcentaje del terreno menor al 5 % del total de las más de 469.97 ha que implica el proyecto que se destinará para la construcción y operación) y de poca significancia; en cuya retribución se promoverá la restauración y conservación a perpetuidad de alrededor del 95 % de la superficies que albergan el proyecto. Áreas que serán mantenidas sin alteraciones significativas y en oferta para general los consecuentes servicios ambientales, funcionando como hábitat y corredores de vida silvestre, lo que cobra importancia en un entorno constituido por ecosistemas fragmentados.**

Con lo anterior se reitera el supuesto de que las áreas ocupadas por el proyecto serán escenario de actividades económicas productivas de mucho menor impacto, a la vez que con mayor afinidad respecto a la conservación de los recursos naturales, que las actualmente en desarrollo (ganadería extensiva) en toda la región (UGA 1.2I).

Un factor adicional que contribuye a que el proyecto resulte amigable con el ambiente lo constituye el hecho de que su ejecución revertirá los continuos y añejos procesos de perturbación a los que han sido sometidos los recursos naturales del conjunto de terrenos que conforman el sustrato de esta propuesta de desarrollo, como lo son la tala clandestina, la colecta de leña, así como la cacería de autoconsumo, actividad esta última que, parece haber alterado fuertemente a las comunidades animales silvestres presentes en la zona,

Como se verá más adelante en el capítulo III sobre vinculación con las normas, la congruencia del Proyecto Desarrollo Ecoturístico Xibalbá con el Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Estado de Yucatán (POETY DOEY 2007) y el Programa de Medio Ambiente 1995–2000 de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) abona elementos de sustentabilidad que justifican la operación del proyecto desde el punto de vista ambiental, en tanto que la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) 1.2L, donde se encuentra inmersa el área de estudio recomienda el turismo como uso secundario para la UGA referida.

Respecto a la aseveración de que el proyecto no compromete la biodiversidad, se establece que, excepto en el reducido porcentaje (menor al 5 %) que se despalmará para dar lugar a las obras y edificaciones de las que se valdrá el proyecto para brindar los servicios turísticos referidos, la biodiversidad que integran las comunidades animales y vegetales silvestres, se verá grandemente favorecida debido a la recuperación que ya ha dado inicio de manera espontánea derivada tan solo de la suspensión de las actividades agropecuarias propiciada tras la adquisición de los terrenos incorporados al proyecto, sean aquellos que contienen remanentes de pastizales, sean aquellos otros con acahuales en distintas etapas de sucesión secundaria a partir de selva mediana subcaducifolia que algún día cubrió toda esta amplia región del centro del estado.

Cabe destacar que aun cuando las comunidades vegetales del área de estudio han sufrido el embate de la perturbación por diversas causas, en ninguno de los terrenos que albergan al proyecto se observan signos de erosión del suelo ya que de una u otra forma los suelos han permanecido protegidos por algún tipo de cubierta vegetal, sea esta la original o la inducida al favorecer los potreros que en la actualidad se observan. En tanto que la capacidad de infiltración del suelo irá en aumento junto con el incremento en la cobertura vegetal consecuencia del desarrollo de los esfuerzos de restauración implícitos en el proyecto.

Por otra parte, la calidad del agua no será afectada puesto que el proyecto no implica la operación de fuentes de contaminación al manto freático, mientras que los residuos sólidos y residuos sanitarios que se generen durante las distintas fases del mismo, serán objeto de sendos programas de manejo, valiéndose de la separación, clasificación y disposición final de estos residuos, así como de la instalación de sistemas del más alto nivel tecnológico en relación al tratamiento de aguas residuales como se verá en el capítulo correspondiente a Medidas de mitigación.



Fig. II.1 Distintos estados de conservación de la vegetación: los dos imágenes superiores muestran escenarios correspondientes a la generalidad de los terrenos de Xibalbá 1 en su condición de terrenos forestales, en tanto que las dos imágenes inferiores ilustran las condiciones generales del polígono Xibalbá 2 en su condición de potreros ganaderos.

Justificación técnica – económica:

Según datos de la Organización Mundial del Turismo, México ocupa el octavo lugar mundial por el número de turistas internacionales y el décimo por los montos de los ingresos recibidos; asimismo se ubica en el séptimo puesto por la cantidad de cuartos de hotel (Silva Herzog, 1994). Ventaja comparativa que aporta viabilidad técnica y económica para la promoción de esta actividad, en especial la que se sugiere en el presente manifiesto de impacto por su condición de proyecto ecoturístico amigable con el ambiente.

La península de Yucatán, por su posición geográfica privilegiada y la disponibilidad de recursos naturales, culturales y sociales, ha sido una región históricamente beneficiada por el flujo de

visitantes nacionales e internacionales, ventaja competitiva que se verá atraída hacia la región que alberga al proyecto que nos ocupa en tanto que ampliará de manera importante los atractivos que esta ofrecerá (hábitats silvestres, cavernas, cenotes), al hacerlos accesibles a un amplio sector de la población que hasta ahora permanecía como espectador lejano de actividades propias solo para jóvenes de amplias capacidades físicas y dotados de equipos caros y sofisticados.

Otra de las razones de índole técnico - económico que favorecer a esta iniciativa es su propia ubicación, dada su cercanía a sitios culturales y naturales de gran atractivo turístico que, por el gran flujo de visitantes que a estos asisten, representan una gran potencialidad de usuarios del proyecto; sitios de entre los cuales destacan por su importancia: Chichen Itzá que a solo 90 km al suroeste del área del proyecto, que tuvo una afluencia de 2 millones 203 mil 417 visitantes durante 2013, siendo el segundo lugar de los sitios arqueológicos más visitados de México solo después de Teotihuacán; la Riviera Maya, ubicada a solo a 240 km al oriente del sitio propuesto para el proyecto, con Cancún como principal polo, que a nivel nacional es el sitio con mayor afluencia de turismo extranjero, el cual solo durante 2013 recibió, por vía aérea, 3 942,815 visitantes provenientes de EE. UU, Canadá, Reino Unido y España, Cifra a la que habría que agregar turistas nacionales y provenientes de otros países ⁽¹⁾ y la ciudad de Valladolid, localizada a tan solo 40 km al sur - oeste del área, declarada como Pueblo Mágico en 2012, que solo para el mes de enero de 2014 registró 10,400 visitas de turistas.

Ante el natural interés que tienen los turistas por conocer los atractivos que ofrecen las regiones que visitan, no resulta aventurado señalar que esta población de más de siete millones de personas representa un mercado potencial para el proyecto ⁽²⁾.



Figura II.2 Lugares con atractivos turísticos cercanos al área de estudio.

El paisaje de la región, constituido por una flora exuberante que, aun en su estado de fragmentación, alberga fauna silvestre de importancia, y en especial la existencia de cenotes que destacan por su espectacularidad y belleza, representan el insumo principal que ofertará el Proyecto Desarrollo Ecoturístico Xibalbá, condición técnica favorable para su ejecución.

¹ Análisis Integral de Turismo (DATATUR). Resultados de la Actividad Turística enero – diciembre 2013. Subsecretaría de Planeación y Política Turística. 2013.

² Programa Estatal de Turismo de Yucatán 2001 – 2007. Primera edición. Secretaría de Turismo. Gobierno del Estado de Yucatán.

Otro aspecto técnico – económico que propicia el desarrollo del proyecto es la infraestructura carretera en operación, ya que existen vialidades suficientes y de primer orden que conectan a Cancún y Mérida con la población de Valladolid, como lo es la autopista federal conocida como la "Autopista del Mayab"; vía de cuatro carriles, de cuota y con 241 km de longitud, que conforma parcialmente el corredor turístico del oriente de Yucatán al cruzar los sitios arqueológicos de Chichén Itzá y diversos cenotes considerados sagrados en la antigüedad.

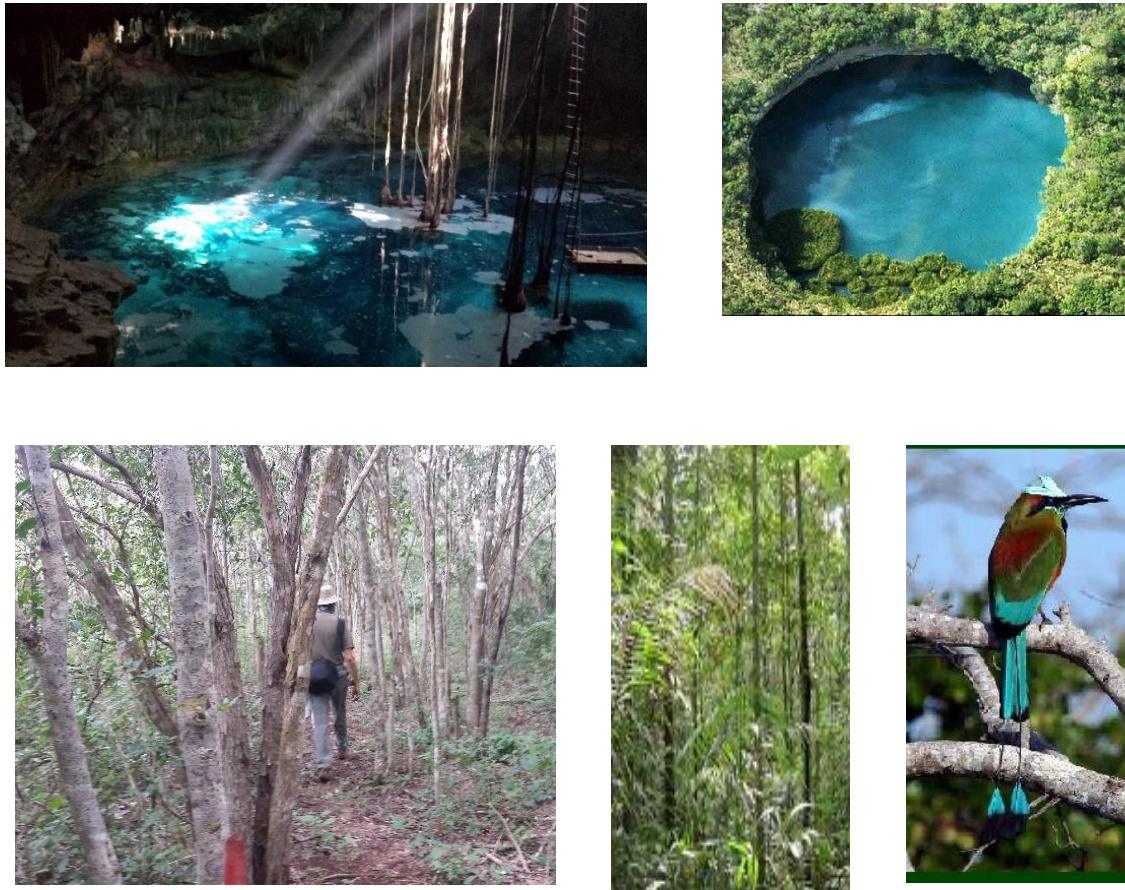


Figura II.3 Bellezas escénicas del área del proyecto

Para acceder desde Valladolid, Yuc. a la zona que alberga al proyecto, existe una carretera asfaltada, transitable todo el año, que une a esta población con el poblado de Yalcobá y a esta con la localidad de Xtut de Temozón, Yucatán. La operación del proyecto contempla la rehabilitación de una brecha antigua de terracería que en su momento se utilizó para unir Xtut el poblado de Sisbicchen del municipio de Chemax, Yuc.

La vía aérea representa otra condición técnica favorable, Cancún como destino tiene conexiones con buena parte del mundo y del país, en tanto que Mérida cuenta con rutas nacionales y en menor escala internacionales que favorecen el transporte de los visitantes. Existe un aeropuerto

alternativo en la localidad de Kaua municipio del mismo nombre, que aun cuando no ha operado regularmente, cuenta con las instalaciones suficientes para permitir el tráfico de aeronaves modernas.

Es de destacar que en la región existe una amplia oferta hotelera que permite alojar a un número creciente los turistas, algunos de los cuales optan por recorridos que solo contemplen la visita de un día; oferta a la cual el Desarrollo Ecoturístico Xibalbá contribuirá abarcando a otro sector de visitantes que podrán optar por la pernocta y viajes de mayor duración basados en la infraestructura hotelera y de servicios que este proyecto aportará a la región.

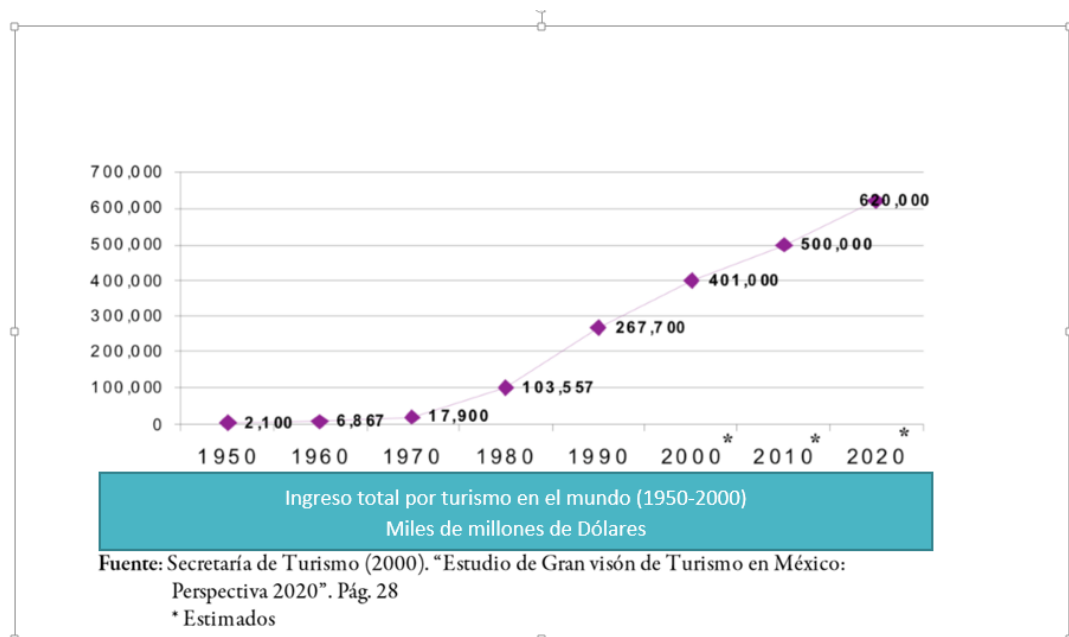


Figura II.4 Muestra la dinámica de ingresos por concepto de captación de divisas

La actividad de ecoturismo propuesta es de gran impacto económico para la región, pues además de mejorar la calidad de vida de la población, sustentará otras actividades económicas promoviendo la oferta de servicios con un alto nivel de encadenamientos con otros sectores productivos.

Resulta evidente que la derrama económica que se producirá con la ejecución del proyecto representará un alivio a las finanzas públicas de la zona, constituyendo un polo de desarrollo no solo para la región, sino para el estado de Yucatán.

El Desarrollo Ecoturístico Xibalbá vislumbra un crecimiento exponencial de la región y zonas aledañas al emplazamiento, pues representará una de las mayores inversiones del estado de Yucatán en materia turística, misma que estima cercana a los 510 millones de pesos.

El proyecto generará grandes ingresos y beneficios económicos a la región que, además de contar con amplias ventajas comparativas, representa un factor de desarrollo económico sustentable debido a los siguientes factores técnico - económicos:

TECNICOS

La ventaja comparativa de la región es la gama de valores culturales, escenarios naturales, variedad en flora y fauna y lugares considerados "Patrimonio de la Humanidad".

No hay zonas naturales de interés ecológico especial, ni áreas naturales protegidas en la zona de influencia.

Las especies silvestres en general y aquellas consideradas en alguna categoría de riesgo en particular van a encontrar aquí un hábitat que, al ser objeto de vigilancia constante, resultara adecuado para su continuidad.

La localidad en esta nueva condición prestará mucho mejores servicios ambientales (de provisión, regulación, culturales y de soporte) que sujeta, como era antes, a las tendencias actuales de deterioro, derivadas de la ganadería extensiva, que imperan en la región.

El suelo es apto para las instalaciones sugeridas y la operación y ejecución del proyecto no lo exponen a procesos erosivos.

Existe el marco legal adecuado que regula las actividades propuestas para la construcción y operación del proyecto

ECONOMICOS

Las visitas turísticas generan empleos e ingresos a las comunidades y ayudan a la conservación de recursos tanto naturales, como culturales.

El producto turístico se consume en el punto donde se produce; el turista gasta dinero en su destino, abriendo oportunidades de negocios locales de todo tipo con beneficios a las comunidades a través de la economía informal en la venta de bienes y servicios directamente a los visitantes.

Crea oportunidades para micro y pequeñas empresas, en las economías formal e informal, generalmente los costos y las barreras de entrada son relativamente bajos o pueden ser fácilmente reducidos

Existen grandes necesidades económicas en la región y con esto se solventarán en parte por la disponibilidad de empleos que den ocupación a la mano de obra disponible.

La región en que se inserta el conjunto predial que integra el proyecto cuenta con una amplia variedad de recursos naturales, históricos y culturales, condiciones que lo potencializan como un destacadísimo lugar receptor de turismo internacional y como generador de divisas al disponer de importantes ventajas comparativas en el rubro ecoturístico: diversidad biológica, riqueza escénica, y una vastísima riqueza arqueológica.

Cuadro II.1 Relación de personal en las diferentes etapas del proyecto				
Mano de obra a utilizar	Cantidad		periodo de empleo (meses)	
	construcción	operación	construcción	operación
Peón	100	4	60	permanente
Maestro albañil	80	2	60	permanente
Fierrero	10		48	
Plomero	5		48	
Electricista	4		48	
Pintor	3		12	
Operador de maquinaria	15		12	
Seguridad y vigilancia	5		60	
Personal de limpieza	10		60	
Supervisor de obra	2		60	
Cabo de obra	4		60	
Técnicos en instalaciones especiales	2	4	12	permanente
Jardinero	10	10	60	permanente
Jefaturas operativas		10		permanente
Gerencias de area		10		permanente
areas publicas		30		permanente
guías		130		permanente
	250	200		

Justificación social:

El potencial económico del turismo se manifiesta en la generación de empleos, siendo más relevante en áreas rurales y remotas, donde de acuerdo con datos de la Organización Mundial del Turismo (OMT), viven tres cuartos de los dos billones de personas bajo condiciones de pobreza extrema, beneficio aplicable al proyecto por las condiciones de marginación que se viven en la región.

La generación de empleos impone al desarrollador, adicionalmente, la dotación de todas las prestaciones que por ley se otorgan a trabajadores formalmente asalariados, lo que viene a contrastar con la situación que sujeta en esta materia, particularmente en materia de salud, a la población rural que habita la zona de influencia del proyecto: Yalcobá, Xtut y Sisbichen en el municipio de Valladolid.

Por otra parte, el proyecto aporta importantes beneficios sociales, en este caso a favor de los usuarios del mismo, pues contribuye a dar satisfacción a algunas de sus necesidades biológicas como lo son el descanso, la recreación, la diversión, el desarrollo personal y el esparcimiento. Además de que propiciará actividades donde los propios turistas se involucren y sean parte de los esfuerzos conservacionistas que el proyecto se ha autoimpuestos.

La infraestructura que se instalará beneficiará directamente a las comunidades aledañas, que no sólo recibirán beneficios materiales, sino que también fortalecerán su orgullo cultural. La actividad creará una indudable conciencia del cuidado del medio ambiente y su valor económico, un sentido de identidad y pertenencia y la reducción de vulnerabilidad a través de la diversificación de los recursos de ingreso.

El proyecto permite aprovechar turísticamente el entorno de los conjuntos prediales, teniendo como fundamento el desarrollo sustentable para mejorar las condiciones de vida de la población local y generar ingresos complementarios.

Las condiciones técnico económicas para que el proyecto se desarrolle en el área que se propone están dadas, su éxito depende de una adecuada administración y financiamiento que conduzcan a la conservación de los recursos naturales, los cuales representan su principal atractivo.

La atmosfera sobre el significado del desarrollo armónico con el medio ambiente que se imprimirá al proyecto dará fundamento a las tres directrices que exige la sustentabilidad: la económica, la social y la ecológica.

La actividad turística propuesta brinda la oportunidad de mejorar la calidad de vida; se realizará de forma equilibrada, con una planificación y uso consciente de los recursos naturales; preservando, conservando, manteniendo e involucrando a los sectores público, privado y comunitario. Bajo este contexto es de suma importancia el trabajo coordinado que se enfoca a cuidar, preservar, conservar y hacer uso racional de los recursos naturales.

En conclusión, las condiciones técnicas y económicas del conjunto predial en el que se pretende desarrollar el Proyecto Desarrollo Ecoturístico Xibalbá Parque resultan idóneas para su establecimiento, en un entorno de plena certeza legal.

Por ocuparnos de una obra de importancia para el desarrollo regional y nacional y considerando la utilidad bruta por la derrama económica que generará, el proyecto se considera viable y justificable por las implicaciones y perspectivas positivas, especialmente a futuro; así como por la generación de fuentes de empleo que contribuirá al mejoramiento de la calidad de vida a nivel regional.

II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización

De manera general, el Desarrollo Ecoturístico Xibalbá se compone de 2 grandes polígonos denominados Xibalbá 1 y Xibalbá 2, cada uno de ellos conformado por 4 y 6 predios respectivamente, mismos que se describen a detalle más adelante, con la anotación de que las escrituras que amparan su propiedad conforman los anexos 1 y 2, respectivamente.

Estos dos grandes polígonos se ubican A 7 km al noreste del Poblado de Yalcobá (municipio de Valladolid) y a 5 km al sur-suroeste del poblado de Xtut, este último ubicado en la colindancia con el vecino municipio de Temozón, según se observa en la figura I.1 del capítulo anterior.

El primer polígono de este conjunto, el denominado Xibalbá 1, ubicado relativamente más al sureste en la zona de estudio, reúnen una sumatoria de 264.54 ha. (Figura II.5), y se define según el siguiente cuadro de construcción

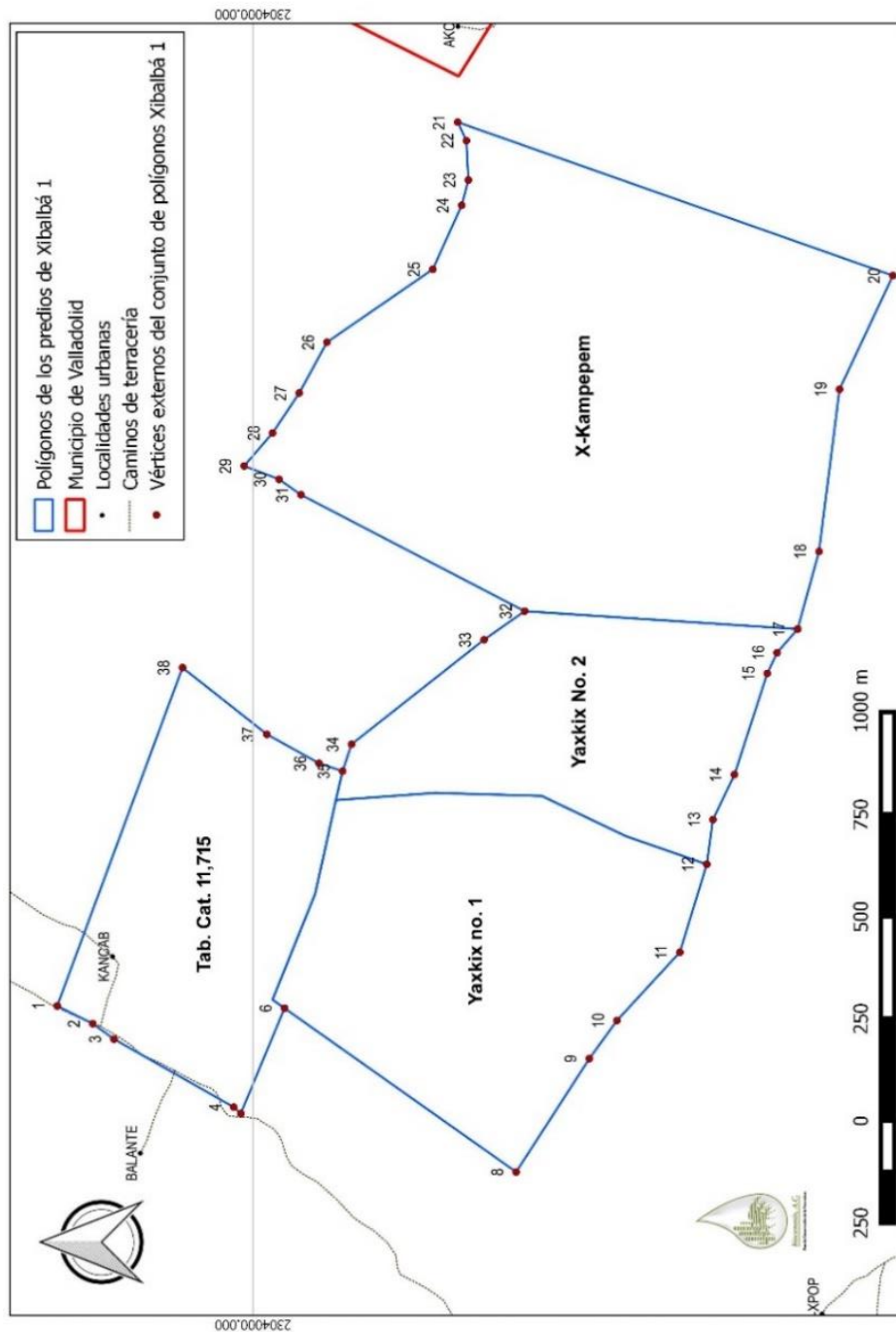


Figura II.5 Polígono envolvente de Xibalbá 1 a partir de sus 4 predios componentes.
 En Anexo 1 incluye las escrituras y convenio de comodato que amparan su legal propiedad.

**Cuadro II.2 Construcción del polígono perimetral envolvente Xibalbá 1
(Área de conservación) UTM-16N, DATUM WGS84**

VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	y
1	397953.624	2304478.958	20	399740.212	2302434.883
2	397910.283	2304392.124	21	400115.616	2303499.360
3	397872.473	2304340.073	22	400070.418	2303478.026
4	397706.000	2304047.000	23	399974.050	2303473.182
5	397690.423	2304030.004	24	399912.322	2303489.555
6	397948.080	2303922.981	25	399755.789	2303560.274
7	397948.080	2303922.981	26	399577.181	2303819.260
8	397547.473	2303356.468	27	399452.945	2303886.930
9	397824.739	2303177.314	28	399355.249	2303952.199
10	397917.998	2303109.833	29	399274.583	2304021.689
11	398085.026	2302955.982	30	399242.024	2303936.551
12	398300.077	2302890.097	31	399204.157	2303882.785
13	398409.602	2302875.026	32	398919.348	2303335.623
14	398519.707	2302822.293	33	398849.388	2303435.109
15	398767.122	2302742.131	34	398593.744	2303759.078
16	398817.723	2302718.286	35	398528.000	2303781.000
17	398875.440	2302668.023	36	398547.299	2303838.545
18	399065.347	2302615.543	37	398618.188	2303966.100
19	399462.151	2302565.398	38	398781.218	2304172.509

Por lo que respecta al polígono denominado Xibalbá 2, este se ubica relativamente al noroeste del anterior descrito y está conformado por un total de 6 predios recientemente adquiridos para estos fines (cuyas escrituras conforman el anexo 2); predios que en conjunto suman un total de 205.4 ha.

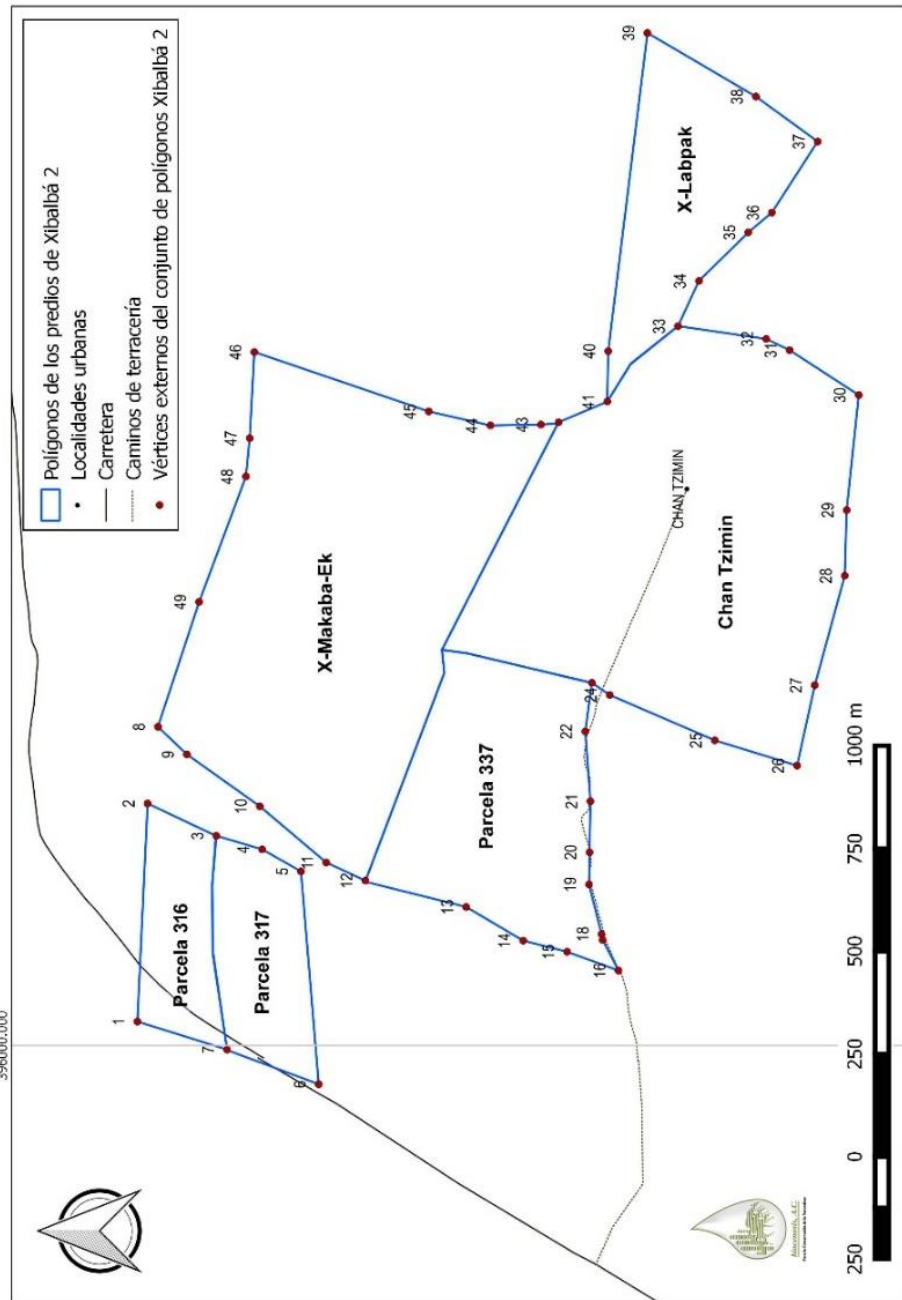


Figura II.6. Polígono envolvente de Xibalbá 2 a partir de sus 6 predios componentes

Cuadro II.3. Construcción del polígono perimetral envolvente Xibalbá 2 (Área de conservación) UTM-16N, DATUM WGS84					
VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y
1	396059.9232	2306788.338	26	396685.0644	2305180.068
2	396589.7908	2306763.333	27	396885.6303	2305136.614
3	396511.0018	2306596.613	28	397147.7424	2305064.436
4	396476.0658	2306485.129	29	397302.9427	2305059.491
5	396423.1115	2306389.852	30	397583.4845	2305034.424
6	395905.3282	2306346.709	31	397692.5349	2305200.804
7	395990.259	2306569.399	32	397721.2318	2305258.453
8	396774.6429	2306737.106	33	397751.6348	2305471.382
9	396708.4369	2306666.744	34	397860.0458	2305420.751
10	396582.8302	2306490.02	35	397974.6263	2305299.50
11	396446.4653	2306326.804	36	398027.7351	2305242.63
12	396401.3435	2306231.581	37	398200.8081	2305128.948
13	396335.2619	2305984.422	38	398309.6625	2305277.262
14	396257.0852	2305852.538	39	398461.3607	2305542.389
15	396230.0037	2305742.387	40	397688.3376	2305635.88
16	396182.4893	2305614.329	41	397567.1774	2305643.967
17	396256.8066	2305654.609	42	397512.8425	2305763.919
18	396271.1546	2305657.393	43	397512.4681	2305803.554
19	396365.8509	2305696.735	44	397509.3658	2305922.915
20	396470.5538	2305697.34	45	397540.7101	2306074.924
21	396595.5586	2305688.832	46	397687.8336	2306498.105
22	396744.0289	2305721.69	47	397480.8537	2306514.427
23	396883.0761	2305679.982	48	397385.9714	2306526.825
24	396850.911	2305611.608	49	397077.6688	2306635.051
25	396742.5952	2305374.701			

Para dar cabal cumplimiento a las instrucciones vertidas en la Guía emitida por la SEMARNAT para el desarrollo de la MIA, y en virtud de que la representación gráfica del proyecto, por su amplitud, resulta difícil de ser incluida en este formato, en el Anexo Cartográfico se presenta planos con información pormenorizada relativa a cada uno de los 10 predios mencionados, así como sobre la ubicación de cada una de las obras planeadas para la oferta de servicios turísticos

II.1.4 Inversión requerida

La inversión total se estima en alrededor de 50 Millones de dólares.

b) Precisar el período de recuperación del capital, justificándolo con la memoria de cálculo respectiva

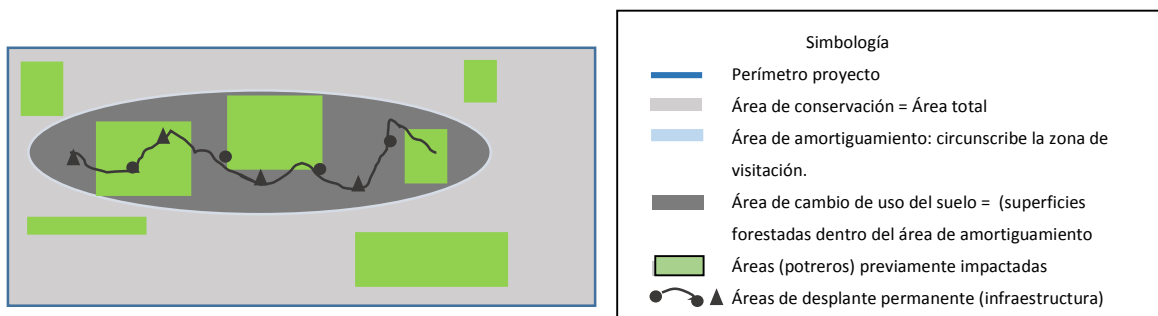
La información con la que se cuenta al momento es la relativa a la afluencia prevista para el desarrollo ecoturístico Xibalbá, la que en su momento de máxima capacidad se estima en 2,000 visitantes al día.

c) Especificar los costos necesarios para aplicar las medidas de prevención y mitigación.

\$ 372,000 por año

II.1.5 Dimensiones del proyecto:

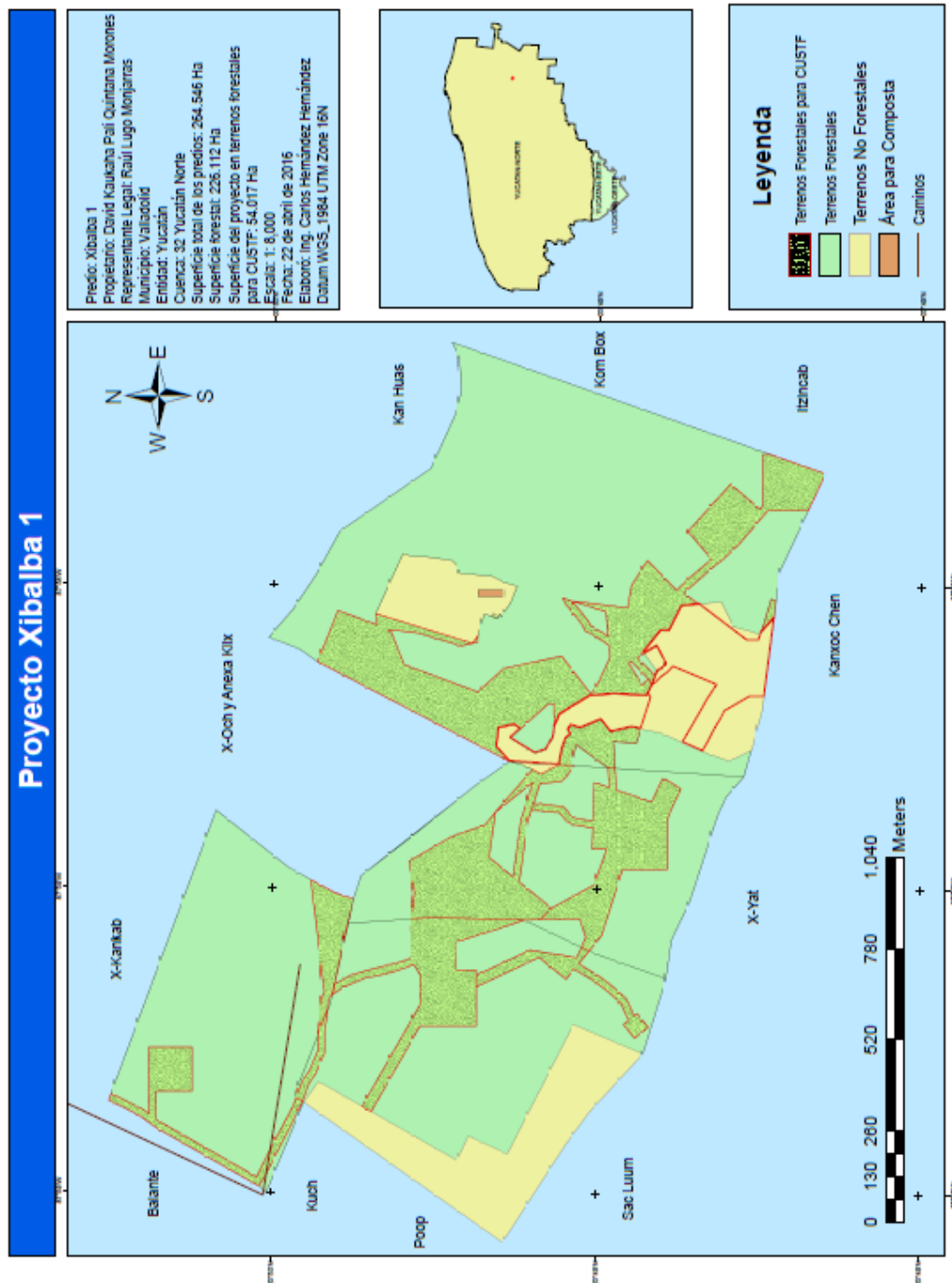
Es de gran trascendencia destacar aquí que el proyecto en general se asume como una iniciativa de "Conservación" dirigida a mantener las condiciones ecológicas óptimas en toda su extensión (área de conservación en la figura siguiente) por lo que resulta básico e indispensable transmitir la idea de que las áreas para las cuales fue gestionado el Cambio de Usos del Suelo (CUS en adelante) y que fueron justamente la materia y foco principal del correspondiente Estudio Técnico Justificativo que acompaña a la presente MIA, no necesariamente implican que las comunidades forestales que estas albergan vayan a ser alteradas en su totalidad, de hecho a estas superficies se les considera, a su vez, como "áreas de amortiguamiento" en cuyo interior se ubicarán las reducidas superficies objeto de desplante permanente que corresponden a las que en su momento ocupará cada una de las diversos elementos de la infraestructura útil para la operación del Desarrollo Ecoturístico Xibalbá. Conjunto que de manera esquemática se ilustran en la figura. II.7



De tal suerte que el haber solicitado estas amplias áreas de CUS resulta ser ya una previsión que permitirá, llegado el momento, poder reubicar, girar o desplazar, siempre dentro de estas áreas de amortiguamiento, a alguna de dichas edificaciones según lo dicten las propias condiciones (topográficas, incidencia de terrenos cavernosos, arboles notables, bellezas escénicas etc.) del terreno.

En la siguiente figura (II.8) se muestra un resumen de la información en materia de: superficie total, superficie forestal y superficie en terrenos forestales solicitada para cambio de uso del suelo inherente al conjunto de los 4 predios que integran el polígono denominado Xibalbá 1.

Nota: Esta figura (debidamente georeferenciada y con la nitidez requerida) y las demás



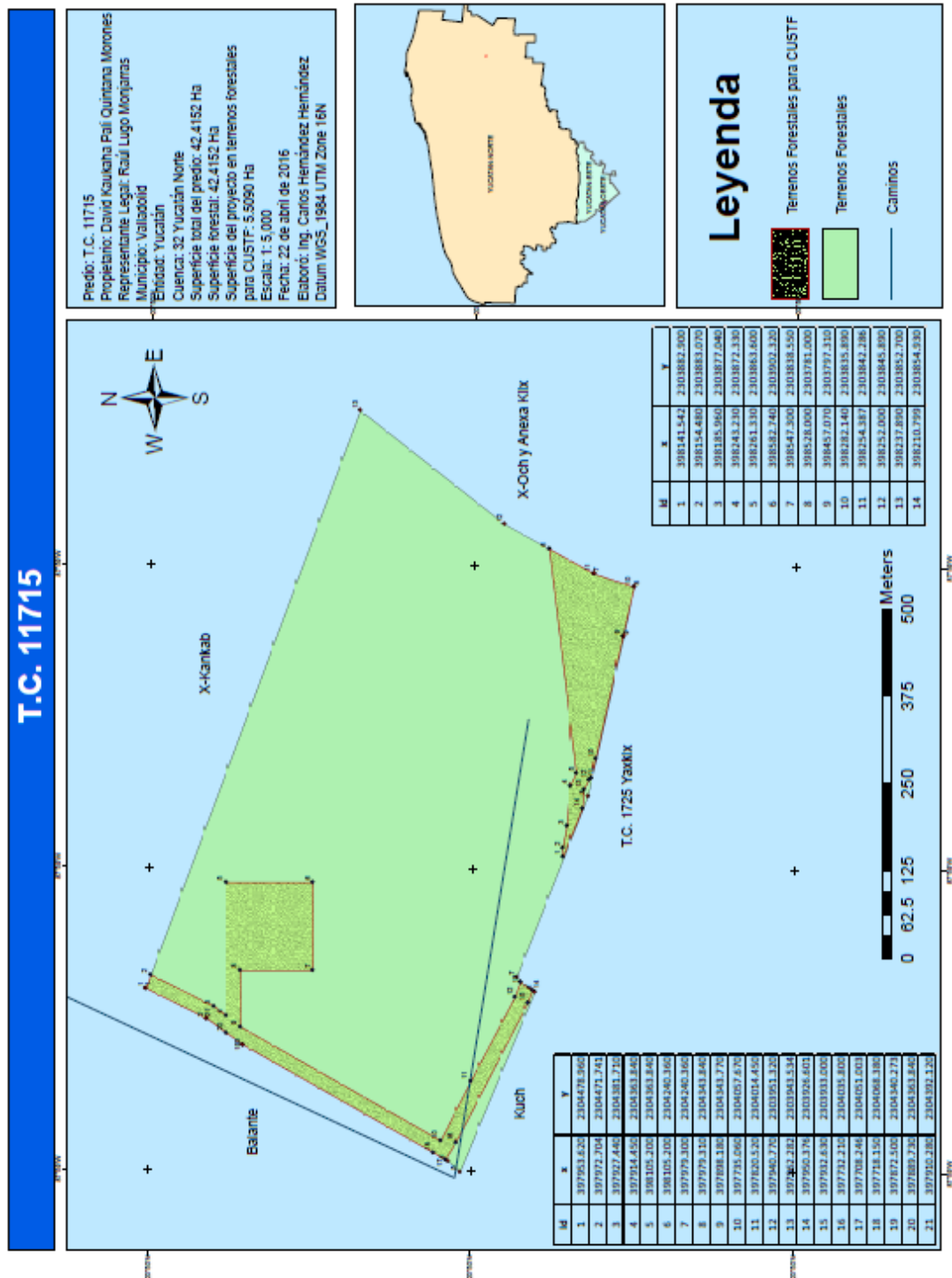
mostradas en este trabajo conforman el Anexo Cartográfico que acompaña a la presente MIA.

Figura II.8 Superficie total, superficie forestal. Superficie forestal solicitada para cambio de uso del suelo del conjunto de 4 predios que conforman el polígono Xibalbá 1

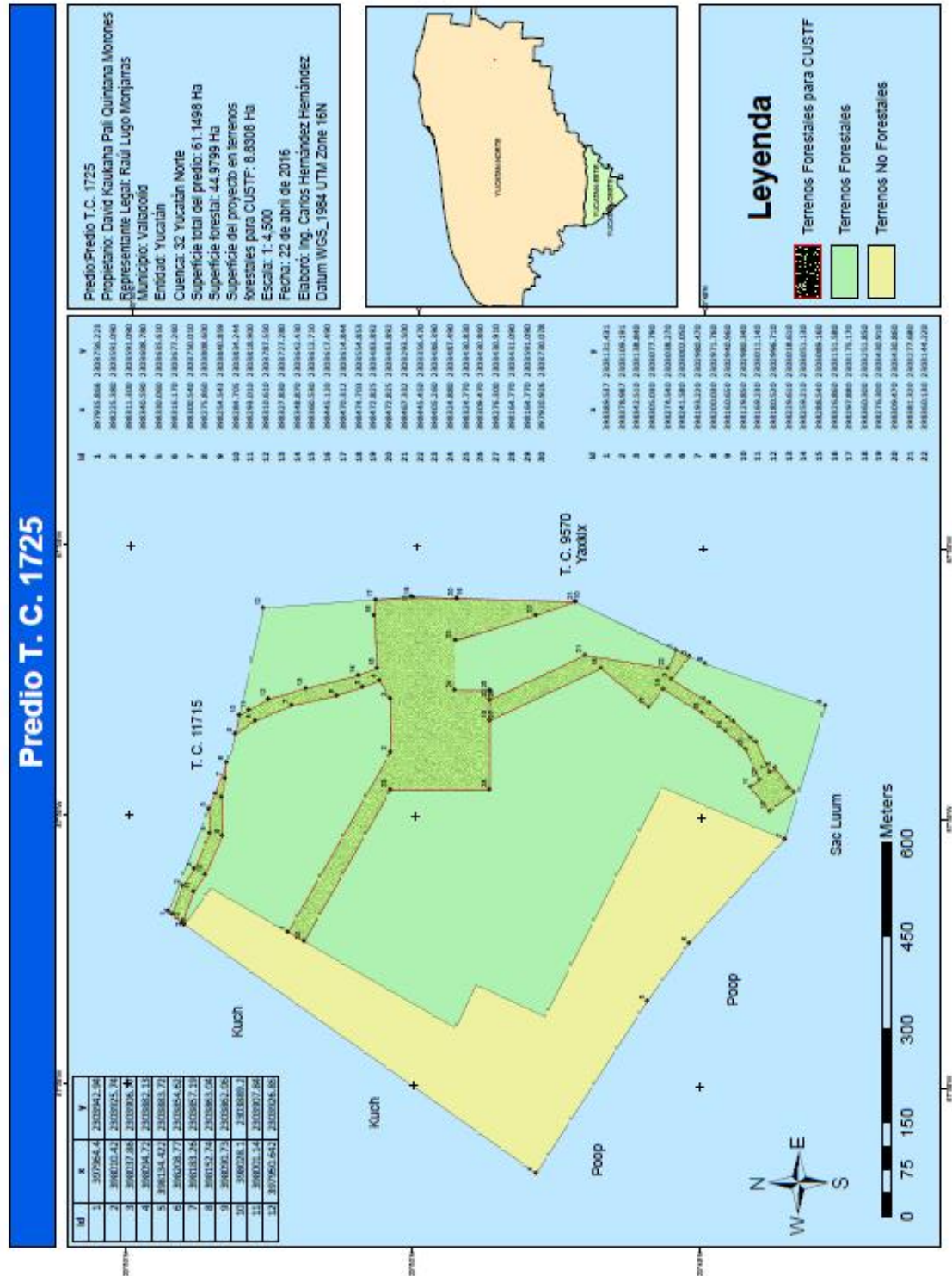
Cuadro II.4. Superficies de cada uno de los polígonos que integran Xibalbá 1 y, dentro de estos: la extensión de las áreas que son y permanecerán forestadas (cubiertas de remanentes de Selva Mediana Subcaducifolia en distintos grados de recuperación), de las áreas de amortiguamiento (solicitadas para cambio de uso del suelo, según ETJ en revisión) y áreas que habían sido empleadas en actividades agropecuarias.

Nombre del predio	SUPERFICIE (ha)			
	Total	Forestal	CUSTF	No Forestal
T.C. 11,715	42.4152	42.4152	5.5090	0
Yaxkix No. 1 (T.C. 1725)	61.1498	44.9799	8.8308	16.1699
Yaxkix No. 2 (T.C. 9570)	40.9599	40.7868	15.3680	0.1731
X-Kampepem (T.C. 1811)	120.0212	97.9304	24.3089	22.0908
Sub totales Xibalbá 1	264.5461	226.1123	54.0167	38.4338

Para mayor detalle a continuación de presentan las figuras 9, 10, 11 y 12 donde se aporta información pormenorizada sobre estas mismas materias respecto en relación a cada uno de los 4



predios que integran Xibalbá 1





biocenosis, A.C.

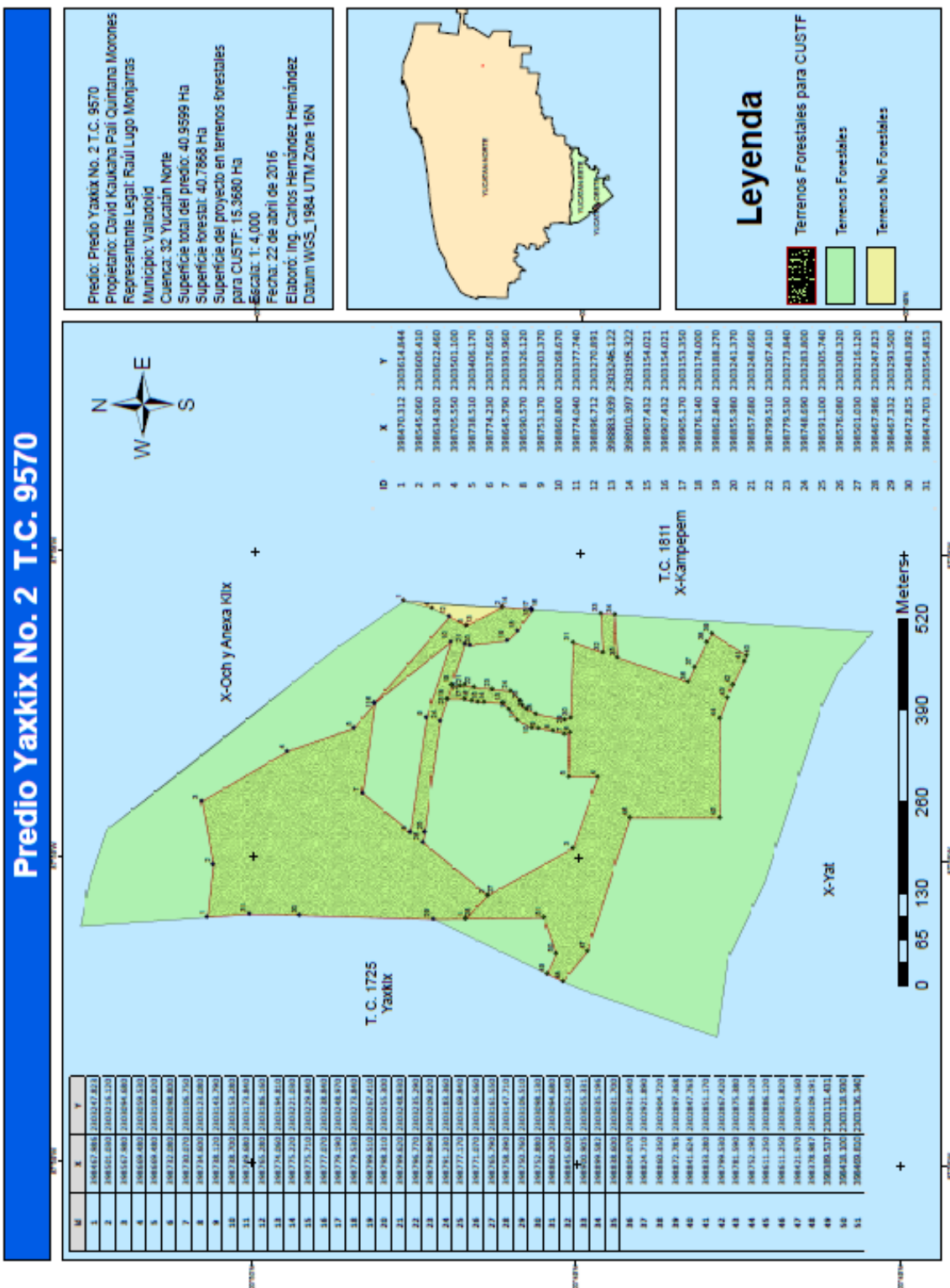
Para la Conservación de la Naturaleza



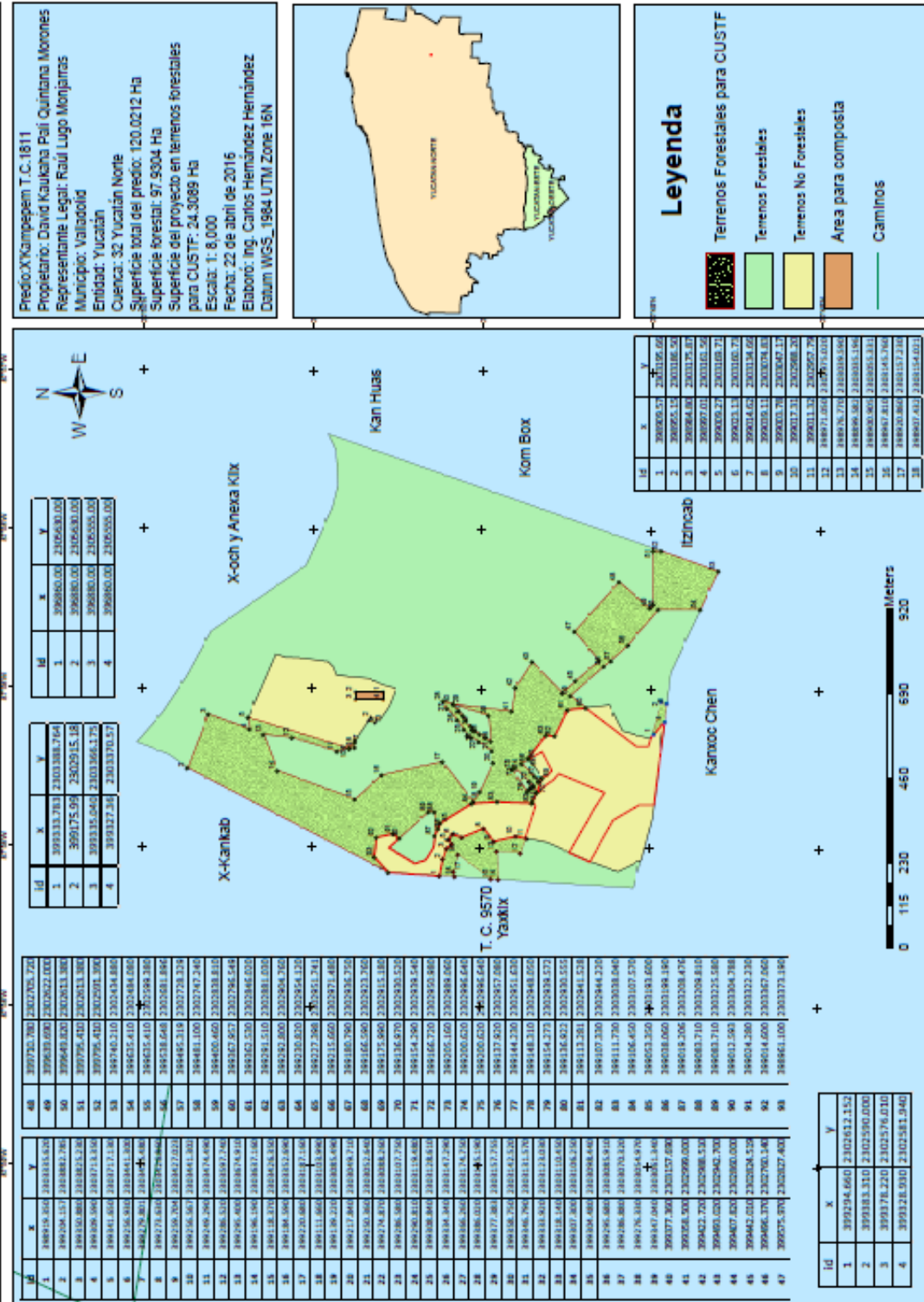
www.biocenosis.org.mx

MIA MP / CUS para el Desarrollo Ecoturístico Xibalbá

Capítulo II



Predio X'Kampepem T.C. 1811



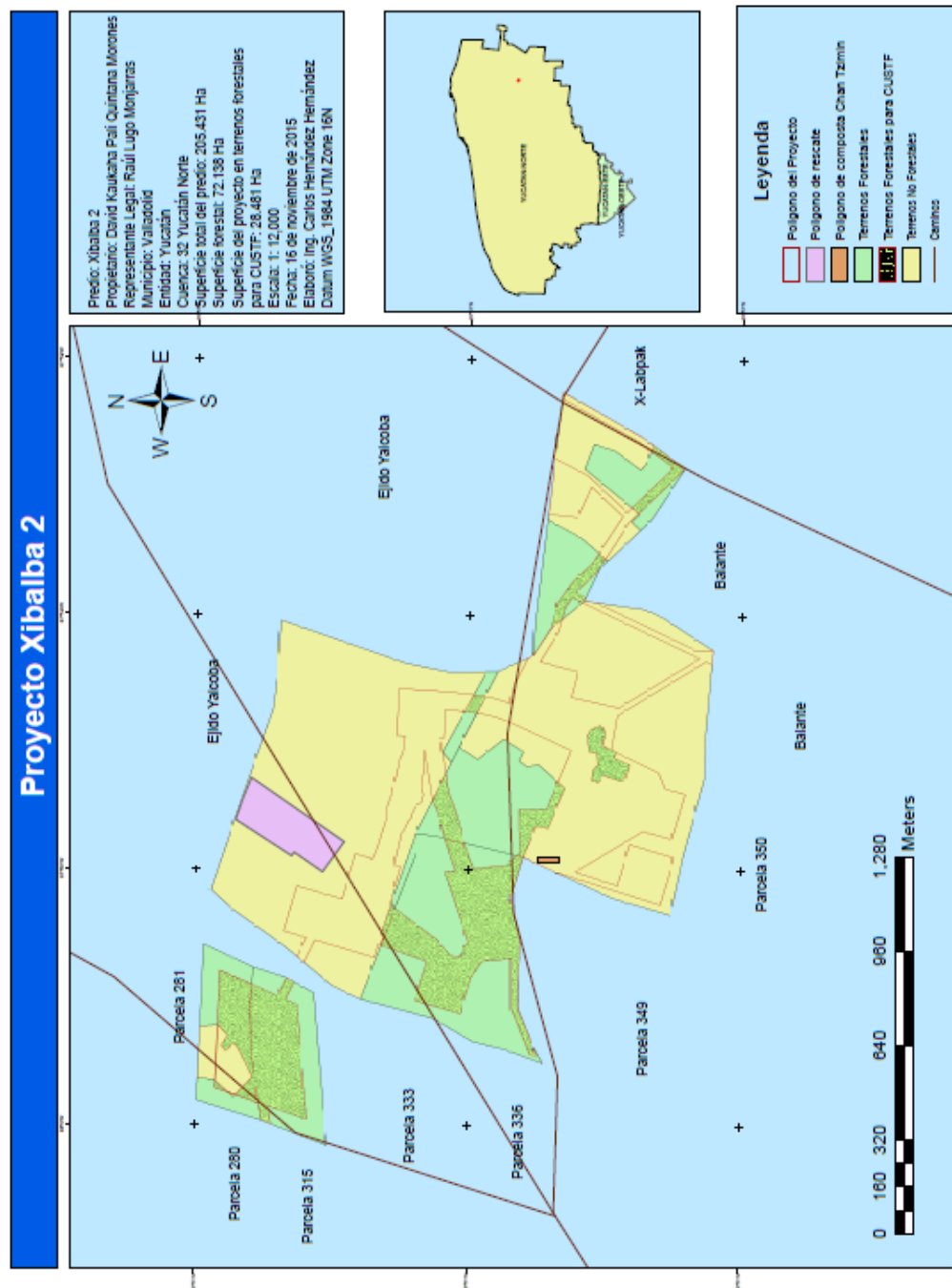
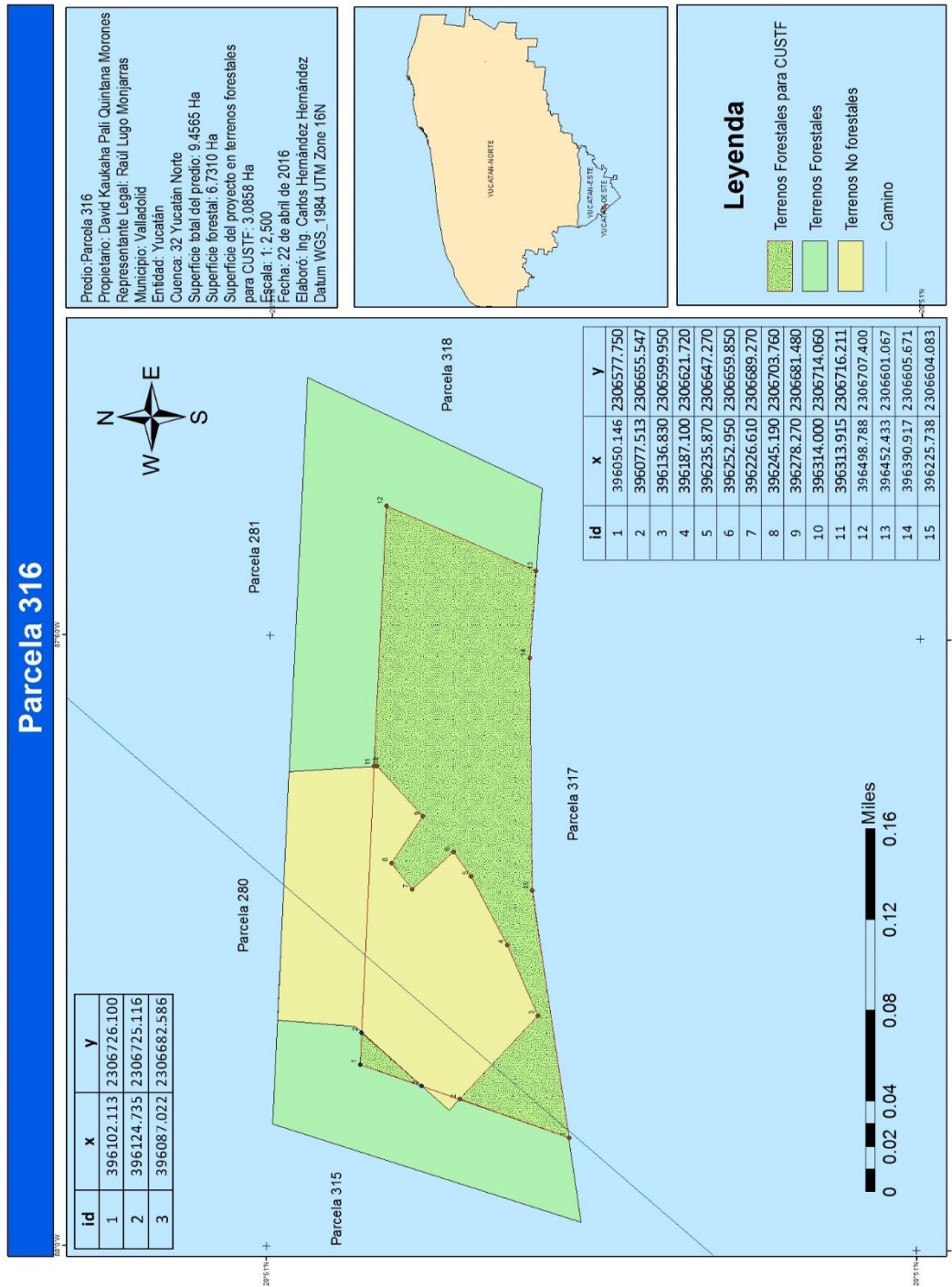


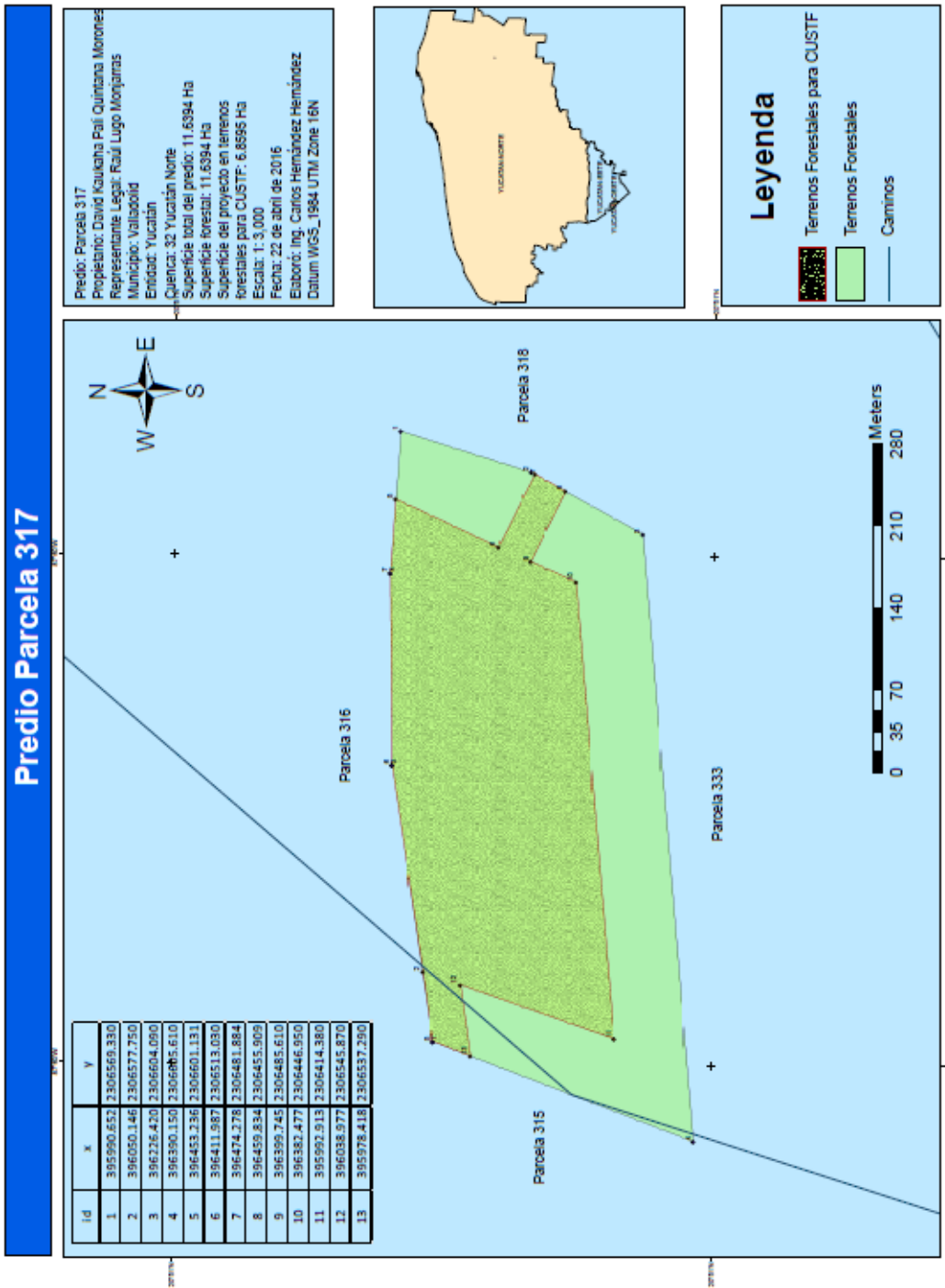
Figura II.13 Superficie total, superficie forestal. Superficie forestal solicitada para cambio de uso del suelo del conjunto de 4 predios que conforman el polígono Xibalbá 2

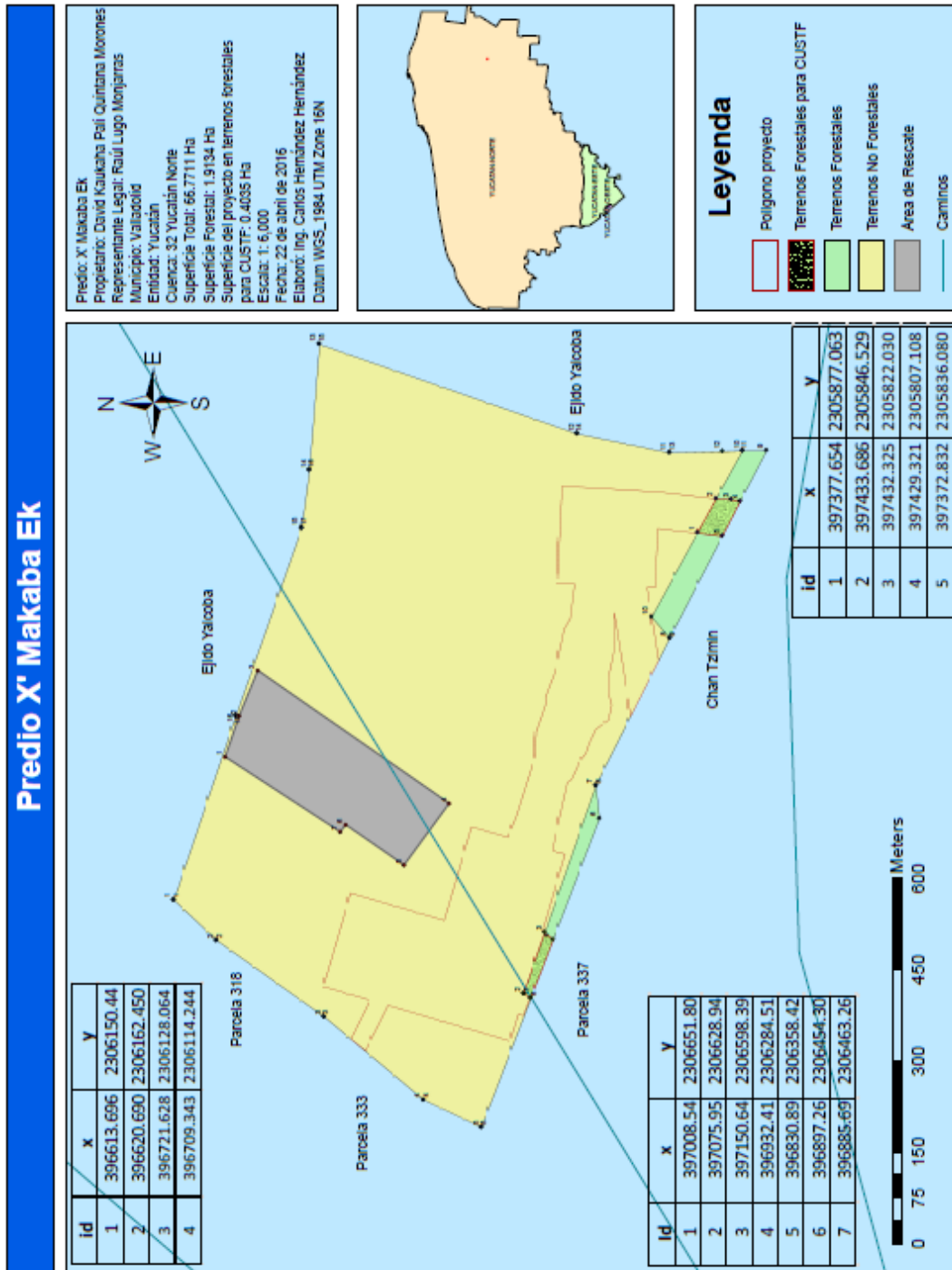
Cuadro II.5 Superficies (en metros cuadrados) de cada uno de los polígonos que integran Xibalbá 2 y, dentro de estos: las superficies de las áreas que son y permanecerán forestadas, de las áreas de amortiguamiento (solicitadas para cambio de uso del suelo) y áreas que habían sido empleadas en actividades agropecuarias

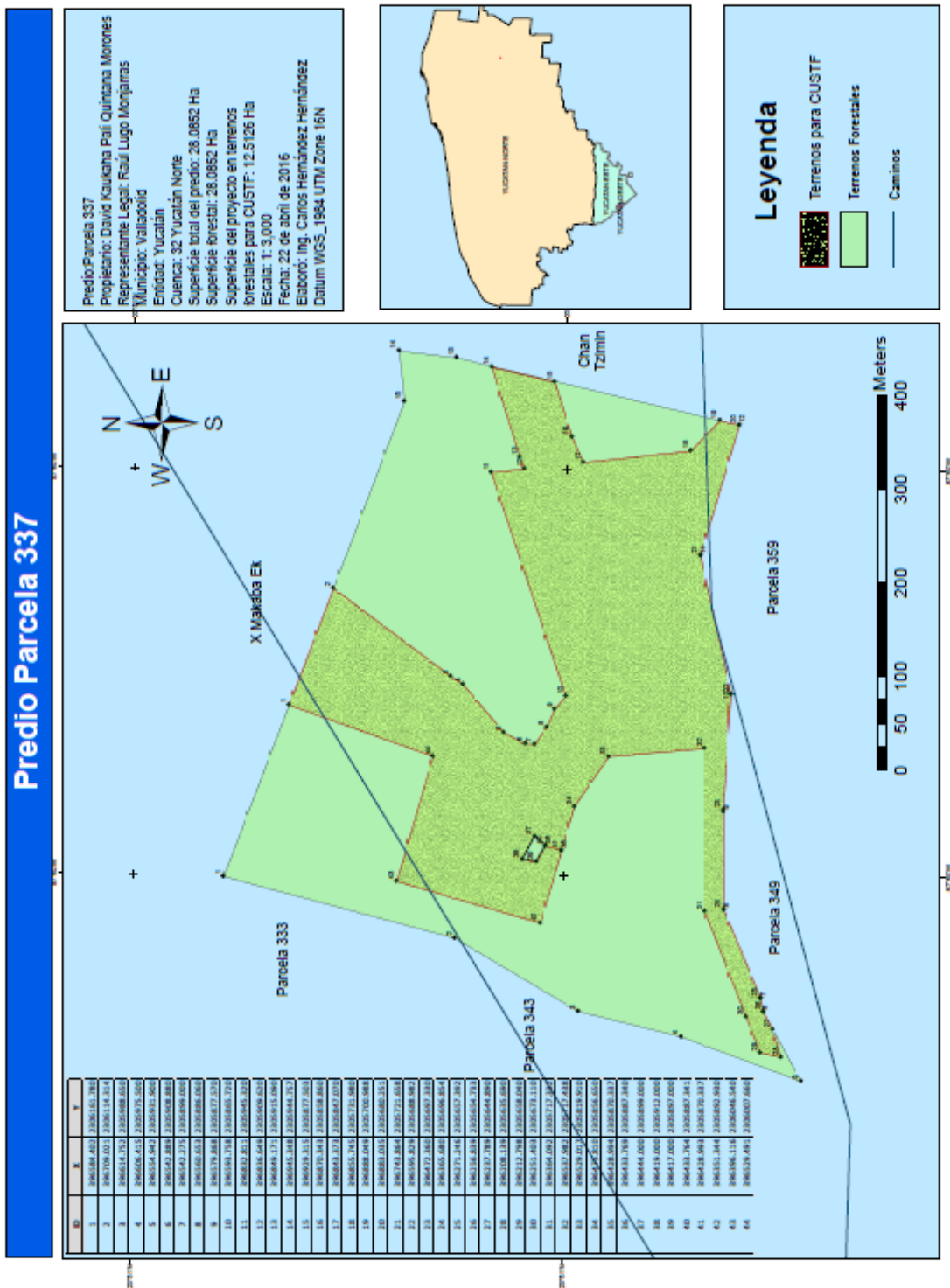
Nombre del predio	Superficies (ha)			
	total	forestal	Solicitada para CUSTF	No Forestal
Parcela 316	9.4565	6.7310	3.0858	2.7255
Parcela 317	11.6394	11.6394	6.8595	0
X-Makaba-Ek	66.7711	1.9134	0.4035	64.8577
Parcela 337	28.0852	28.0852	12.5126	0
Chan Tzimin	68.7615	13.5691	3.8419	55.1924
X-Labpak	20.7172	10.1999	1.7771	10.5173
Xibalbá 2	205.4309	72.138	28.4804	133.2929

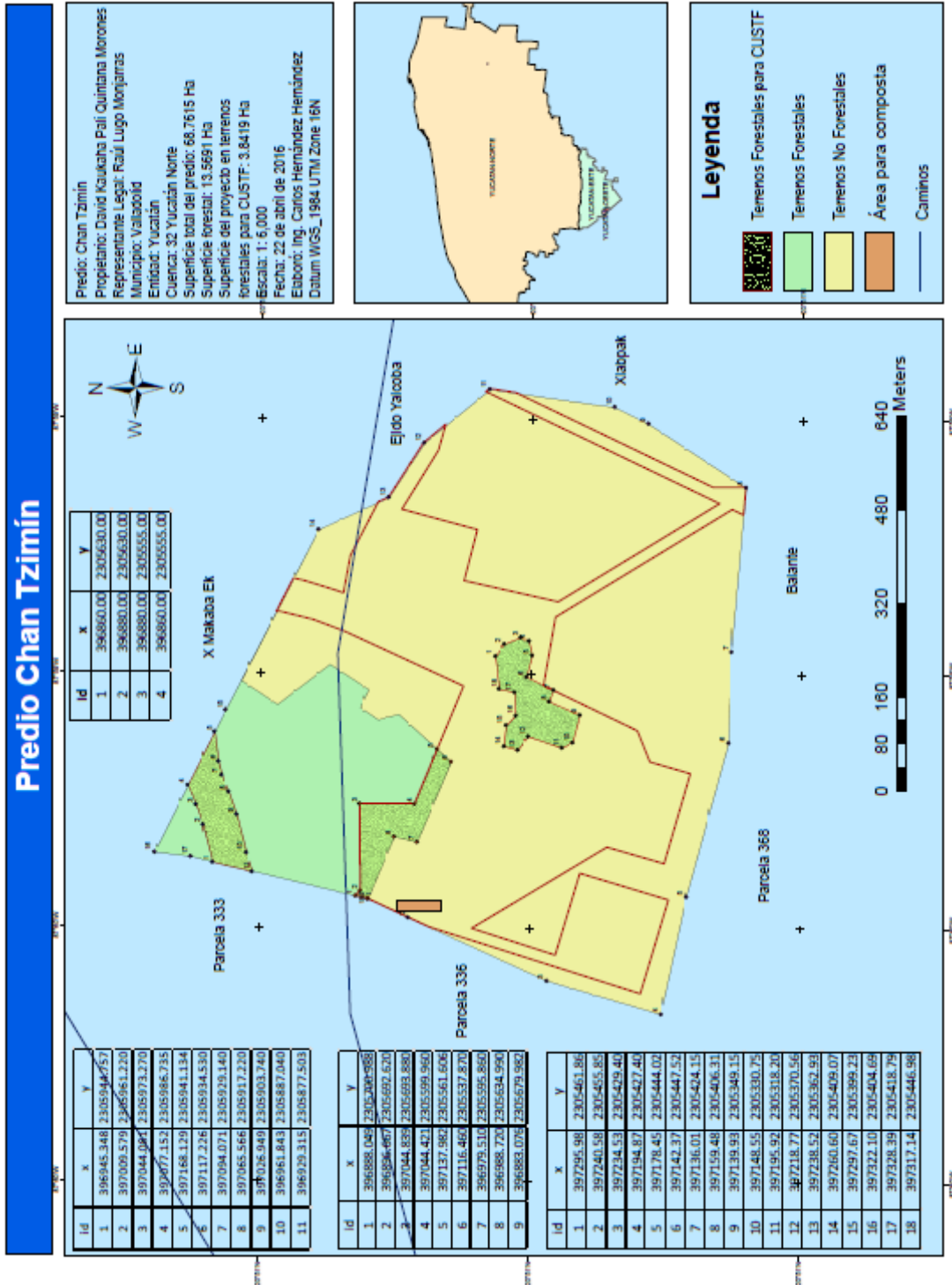
Para mayor detalle a continuación se presentan las figuras 14, 15, 16, 17, 18 y 19 donde se aporta información pormenorizada sobre estas mismas materias respecto en relación a cada uno de los 6 predios que integran Xibalbá 2



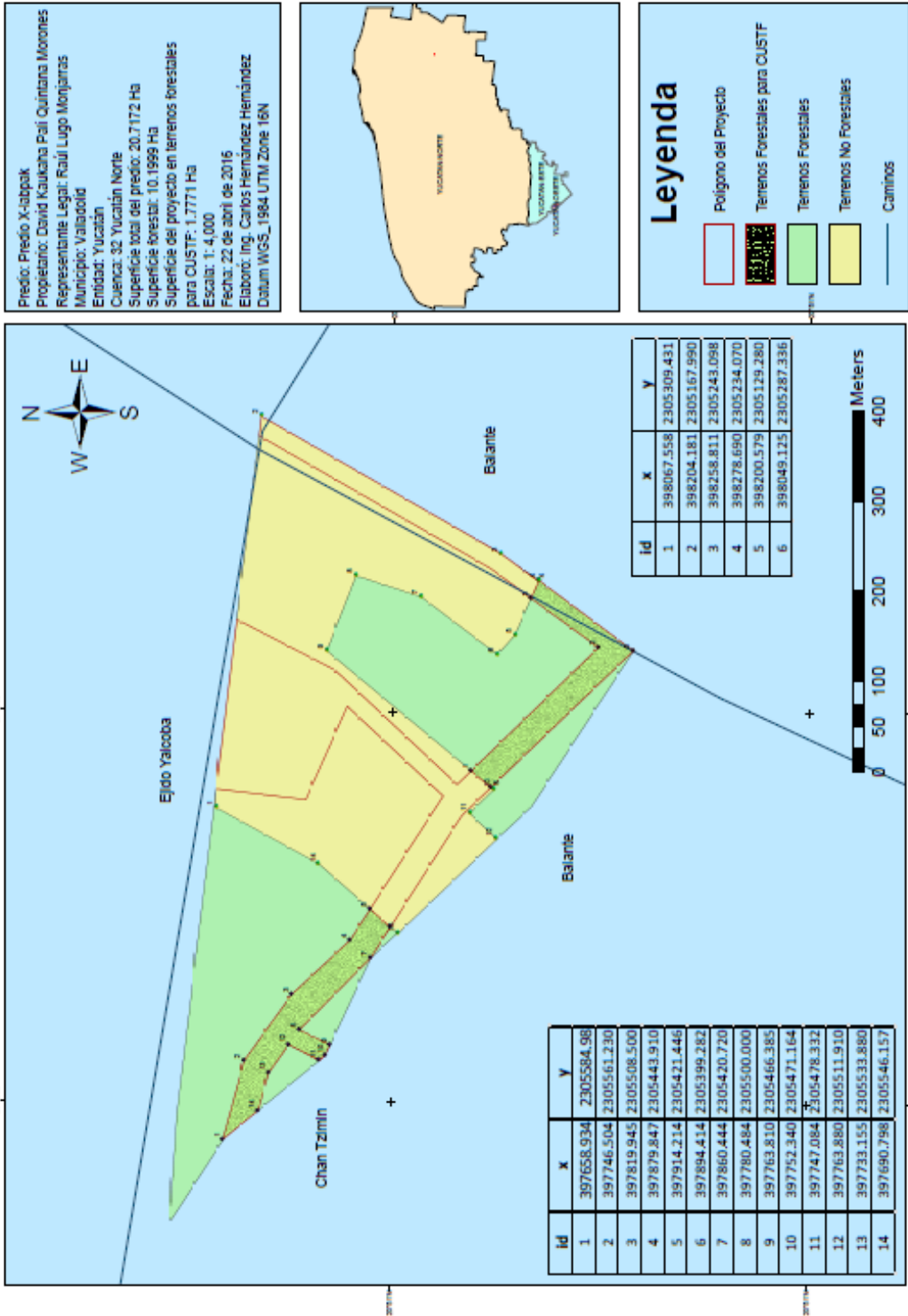








Predio X-Labpak



Cuadro II.6 Muestra las sumatorias que se obtienen de los cuadros 4 y 5, a las que se agregan las áreas de despalme para infraestructura de servicios previstas según información contenida las figuras II.21 y 22

(ha)	total	forestal	Solicitada para CUSTF	No Forestal	Áreas de despalme ver cuadros II.10 y II.11	% de despalme respecto al total
Xibalbá 1	264.5461	226.1123	54.0167	38.4338	11.4272	4.3
Xibalbá 2	205.4309	72.138	28.4804	133.2929	10.7761	5.2
Totales	469.977	298.2503	82.4971	171.7267	22.2033	4.7

Reiterando que todo lo antes expuesto forma parte de la información electrónica (shape files) contenida en el Anexo Cartográfico que acompaña al presente expediente.

En lo relativo al inciso b) del punto II.3.1 de la guía que señala “...Presentar un plano de conjunto del proyecto con la distribución total de la infraestructura permanente y de las obras asociadas, así como las obras provisionales dentro del predio” de nuevo nos referiremos al anexo Cartográfico en el que se incluye el plano titulado: “obras completo” desarrollado en autocad para hacer la visualización del sin número de detalles ahí contenido en materia de infraestructura de servicios ahí ilustrada y su ubicación en los 2 grandes polígonos descritos.

II.1.6 Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias

- Usos de suelo:

Como puede observarse en la siguiente imagen (figura II.20), obtenida directamente de Google Earth, toda la extensión que circunda a los polígonos involucrados en el proyecto Xibalbá, incluidos algunos de los predios que ahora integran a este proyecto muestran las drásticas alteraciones derivadas de las actividades agropecuarias que constituyen el principal tipo de uso del suelo en toda la región. Actividad que coincide con lo previsto en la UGA 1.2I del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del estado de Yucatán (2007), documento que anota como actividad alternativa al ecoturismo que atañe directamente a los objetivos del proyecto objeto de este análisis.



Figura II.20 Uso del suelo y vegetación en la zona según INEGI. Serie V 2011

Como fuera señalado antes y en acato a la sugerencia hecha en la GUIA para desarrollo de la MIA MP, se hace destacar aquí que el proyecto es objeto a su vez del desarrollo del correspondiente Estudio Técnico Justificativa para solicitar el Cambio de Uso del Suelo en terrenos forestales.

○ Usos de los cuerpos de agua:

En la actualidad ninguno de los 30 cenotes (descritos en el Capítulo IV) ubicados dentro de los dos polígonos que integran al proyecto Desarrollo Ecoturístico Xibalbá es objeto de explotación. En tanto que el proyecto por su calificativo de “eco turístico” prevé el uso recreativo de 15 de estos cuerpos de agua, preservando al resto para que en estos sigan teniendo lugar de manera espontánea y sin alteración antropogénica alguna, los ciclos naturales tan propios y característicos de estos, comprometiéndose a mantener un sistema permanente de monitoreo en todos ellos con el objeto de prever cualquier cambio en la calidad de sus aguas o en la estructura de las poblaciones vegetales y animales que ahí persisten.

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

El conjunto de predios escenario del presente proyecto no cuenta con servicio municipal alguno, y será el propio desarrollo el que gestione la operación de una subestación eléctrica para la dar soporte a su prestación de servicios, en tanto que el resto de los servicios (vigilancia, Manejo de Residuos (líquidos, sólidos, dotación de agua potables, etc.), serán cubiertos por el desarrollo mismo.

En la subestación Eléctrica, se instalará un transformador de pedestal de potencia capaz de suministrar la energía necesaria para satisfacer la demanda de las 120 habitaciones hoteleras y sus servicios generales. Este transformador de pedestal será del tipo auto enfriado en aceite “OA”, para servicios propios, de las características siguientes:

- Potencia del transformador: 2 de 750 kVA
- Voltaje primario: 13,200. Volts.
- Conexión Primario: ESTRELLA
- Voltaje Secundario: 220/127 Volts

- Conexión Secundario: ESTRELLA
- Neutro conectado sólidamente a tierra.
- Taps de 5 posiciones de 2.5% cada una, 2 arriba y 2 abajo del voltaje nominal del primario.

Equipos diseñados para operar a una temperatura de 55 °C, sobre una media ambiente de 40 °C. al 100% de la carga, a la tensión nominal en el primario. Con aislamiento hasta 65 °C., y de tal forma que los valores de garantía en impedancia, eficiencia y corriente de excitación, cumplan con lo especificado en la norma: NOM-J-351-1979. El enfriamiento será a base de líquido dieléctico no tóxico y bio-degradable.

II.2 Características particulares del proyecto

Obras principales

Para evitar repeticiones innecesarias se anota que en el siguiente inciso II.2.1 “Programa general de Trabajo” se presenta una relación con todas y cada una de las obras a ser realizadas durante los 10 años propuestos como periodo útil para el desarrollo del total de la infraestructura prevista como parte del Desarrollo Ecoturístico Xibalbá, relación que se hace acompañar indicando la superficie de desplante de cada uno de estos elementos arquitectónicos.

Obras asociadas

Bodega de materiales y herramienta. El objetivo principal es proteger los materiales de la intemperie y de posibles daños o pérdidas, además de mantener un control de llegada y salida de los materiales a lo largo del periodo de construcción. La bodega se construirá con muro de block y se techará con lámina zintro o lámina de cartón, ocupando un área de 150 m2.

Taller de construcción. Se contempla la construcción de un taller para la producción de mezclas, materiales y elementos especiales que se requieran en la obra, su área final alcanzará los 150 m2.

Comedor de trabajadores. Se considera la instalación de un comedor general de dimensiones suficientes para alojar a 250 trabajadores, instalación a la cual llegará la totalidad de alimentos ya preparados. La superficie a utilizar será de 250 m2 y será desarrollado en una de las diversas áreas ya desmontadas

El proyecto contempla una limitada área de cocina, misma que servirá para la preparación de alimentos para visitantes y colaboradores.

Campamento de obra.

Dicho campamento se construirá con muretes perimetrales de block hasta una altura de 1 metro, el resto será ventana para generar una ventilación cruzada dentro del espacio, deberá ser cubierta con tela mosquitera y se techará con lamina zintro o de cartón, su área final alcanzará los 250 m2. La capacidad máxima del campamento será de 125 personas.

Caseta de vigilancia. La caseta de vigilancia tendrá un área de 4 m2 y estará construida a base de lámina acanalada a base de acero galvanizado pre pintada con acabado interior anticorrosivo, lo

que garantiza una gran durabilidad y posible reutilización. Esta se ubicará en el sitio de acceso a la obra.

Camper móvil. El camper móvil provisional deberá contar con los servicios básicos como sanitarios, electricidad, servicio telefónico, aire acondicionado e internet. El camper provisional tendrá un área de 24 m² aproximadamente.

Sanitarios públicos. Se contempla la construcción de módulos sanitarios fijos que den servicio a todos los trabajadores de la obra durante todo el proceso constructivo, su área será de 75 m².



biocenosis, A.C.

Para la Conservación de la Naturaleza



II.2.1 Programa general de trabajo

Figura II.21. PROGRAMA DE TRABAJO PROYECTO ECOTURÍSTICO XIBALBA 01

Figura II.21. PROGRAMA DE TRABAJO PROYECTO ECOTURÍSTICO XIBALBA 01																															
Concepto / actividad		Despalme	Trimestres																												
		Metros	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
# en plano	Trámites y permisos requeridos (locales)																														
	Localización de área a impactar																														
	Despalme																														
1	A Iglesia	3600																													
1	B Aviario	5500																													
1	C Caminos peatonales	7,665,624																													
1	D Canales, Cordilleras vegetales y túneles	29,810,76																													
1	E Almacén, zona de descarga, recepción de: alimentos, bebidas, suministros, artículos limpieza, tiendas, materiales de mantenimiento varios.	3500																													
1	F Comedor de personal	400																													
1	G Caminos de servicio	12,776,04																													
2	A Acceso (explanada)	700																													
2	B Taquilla (acceso, fotografía)	500																													
2	C Tienda	300																													
2	D Baños/regaderas/lockers/PTAR	1050																													
2	E Explanada distribuidora	400																													
2	F Primeros auxilios (con acceso cercano a salida/ambulancia)	120																													
2	G Embarcadero kayaks	400																													
2	H Palapa briefing chalecos /snorkel/equipo general	450																													
2	I Torre tirolesa	200																													
2	J Áreas de descanso intermedias	2500																													
2	K Baños intermedios	200																													
2	L Pueblito (camino seco)	1200																													
2	M Foro (subterráneo)	200																													
2	N Gradass (subterráneas)	700																													
2	O Pueblito (transición)	960																													
2	P Estación armón inicio	350																													

2	Q	Estación armón término	350
2	R	Área de vivero	3000
2	S	Restaurant 1	550
2	T	Casa de campo	350
2	U	Casa vigilante	90
3	A	Cuarto audio y video (show)	150
4	A	Oficinas administrativas	600
4	B	Cocina y cámara de refrigeración	1600
4	C	Servicios personales (baños, lockers, camerinos)	300
4	D	Centro de acopio	350
4	E	Área de composta	1500
5	A	Vehículos	7500
5	B	Autobuses	1500
5	C	Colaboradores	1000
5	D	Proveedores	350
5	E	Talleres de mantenimiento	300
5	F	Área lavado equipo (chalecos, cascos)	150
5	G	Cuarto de máquinas general	500
6	A	Exhibiciones de fauna	4000
6	B	Encierro aves	300
6	C	Encierro otros animales	250
6	D	Sembradíos	3900
6	E	Establo	600
7	A	Hotel (2 hoteles)	10.000
7	B	Alberca	500
7	C	Restaurant 2	550
7	D	Restaurant 3	550
7	E	Pozo Extracción	0
7	F	Pozo Inyección	0



biocenosis, A.C.

Para la Conservación de la Naturaleza



Figura II.22. PROGRAMA DE TRABAJO PROYECTO ECOTURÍSTICO XIBALBA 02

		Despalme metros	Trimestres																			
# en plano	Concepto / actividades		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
	Trámites y permisos requeridos (locales)																					
	Localización de área a impactar																					
	Despalme																					
1	A Iglesia	3600																				
1	B Aviario	5500																				
1	C Caminos peatonales	6,672,438																				
1	D Canales, cordilleras vegetales y túneles	25,948,37																				
1	E Almacén general zona de descarga, recepción y almacenaje de: alimentos, bebidas, suministros, artículos limpieza, tiendas, mantenimiento, productos varios.	3500																				
1	F Comedor de personal	400																				
1	G Caminos de servicio	11,120,73																				
2	A Acceso (explanada)	700																				
2	B Taquilla (acceso, fotografía)	500																				
2	C Tienda	300																				
2	D Baños/regaderas/lockers/PTAR	1050																				
2	E Explanada distribuidora	400																				
2	F Primeros auxilios (con acceso cercano a salida/ambulancia)	120																				
2	G Embarcadero kayaks	400																				
2	H Palapa briefing chalecos/snorkel/equipo general	450																				
2	I Torre tirolesa	200																				

[illegible]

II.2.2 Preparación del sitio.

Despalme:

Ubicación en plano, de los sitios por afectar.

En atención a la amplitud de los predios que albergan al proyecto y a la dispersión que sobre estos tendrán las áreas de despalme sobre las cuales serán desarrollados los diversos elementos de la infraestructura de servicios turísticos que este ofrecerá, se anota la conveniencia de revisar el anexo cartográfico, en especial el archivo en AutoCAD titulas Obras Completo donde podrán hacerse las ampliaciones necesaria para revisar cada uno de estos elementos mismos que han sido ubicados respetando lo establecido en el decreto 193/2014 referente al reglamento de la ley de protección al medio ambiente del Estado de Yucatán en materia de Cenotes, Cuevas y Grutas, se colocarán estacas como vértices para delimitar el terreno a impactar.

Es importante reiterar aquí que, como una medida de mitigación autoimpuesta por el proyecto, ha sido solicitada (mediante el ETJ correspondiente) una amplísima área como susceptible de cambio de uso del suelo del orden de las 82.4 ha, a sabiendas que el total del área por despallar será apenas de 22 ha., lo que equivale a menos del 5% de la superficie disponible, todo ello en el entendido de que serán las propias e íntimas condiciones del terreno (presencia de suelos frágiles, cavernas, arboles notables, paisajes destacados, etc.) las que tendrán la última palabra en la selección del cada sitio a ser seleccionado para tal o cual elemento de infraestructura, siguiendo lo que el Arquitecto Miguel Quintana ha venido en llamar “la arquitectura al llegue”, de manera tal que las afectaciones y aun los costos implícitos en cada obra sean minimizados a lo igual que los impactos que estas pudieran causar en el paisaje circundante.

Tipos de vegetación por afectar y superficie.

Áreas escenario de actividades agropecuarias y algunos reductos de la comunidad original de Selva mediana subcaducifolia, situación que impera en buena parte de las UGA 1.2I definida por el POETY (2007).

Superficie total por afectar.

De acuerdo al contenido del Cuadro II.6, las únicas áreas que serán afectadas directamente y de manera permanente por el Desarrollo Ecoturístico Xibalbá son aquellas destinadas a albergar cada una de los elementos que integran la infraestructura prevista para otorgar servicios turísticos, área de desplante que es del orden de tan solo el 4.7 % del área total de los predios involucrados, referidas a su vez en las figuras II.21 y 22.

(ha)	total	forestal	Solicitada para CUSTF	No Forestal	Áreas de despalme ver cuadros II.10 y II.11	% de despalme respecto al total
Xibalbá 1	264.5461	226.1123	54.0167	38.4338	11.4272	4.3
Xibalbá 2	205.4309	72.138	28.4804	133.2929	10.7761	5.2
Totales	469.977	298.2503	82.4971	171.7267	22.2033	4.7

Técnicas a emplear para la realización de los trabajos.

Siempre dentro del área solicitada para el cambio de uso del suelo, el proyecto iniciará con el chapeo preliminar, recolectando la maleza y excesos de hierba, posteriormente se identificarán las especies vegetales protegidas y aquellas otras a ser rescatadas. Una vez ubicadas las superficies destinadas a recibir el trazo de cada uno de los caminos, se continuará con el chapeo y posterior despálme mediante maquinaria pesada de las áreas destinadas a ubicar las edificaciones que prestarán servicio, inicialmente a los trabajadores y después a los visitantes. El suelo orgánico obtenido del despálme será reunido en un sitio previamente alterado para su posterior reutilización. La vegetación retirada de las áreas de construcción se mantendrá (ya triturada) almacenada dentro del predio, de manera que no obstaculice la circulación de camiones y trabajadores para su posterior reubicación a manera de abono vegetal dentro del mismo predio. Para tal efecto se utilizará una astilladora marca Vermeer 1800 y se destinará un espacio para depositar los materiales a fin de obtener la composta.

Forma de manejo, traslado y disposición final del material de desmonte.

El material producto del triturado será depositado directamente de la trituradora a camiones de volteo para ser trasladado, cubierto con lonas para evitar la dispersión del material, hasta los sitios de composteo.

Sitios establecidos para la disposición de los materiales.

En la cartografía que conforma el anexo digital se podrá apreciar la ubicación de los sitios de destinados para el composteo en Xibalbá 1 y Xibalbá 2.

Excavaciones, Compactaciones y/o Nivelaciones.

Excavaciones:

Una vez teniendo el área libre de vegetación y de materia orgánica se procederá a iniciar las excavaciones, mismas que por su naturaleza serán efectuadas mediante maquinaria pesada y ligera (excavadoras a oruga, retroexcavadoras, minicargadores o martillos neumáticos para detalles), la totalidad de la maquinaria efectuará sus servicios mecánicos en talleres especializados fuera del terreno en cuestión evitando así posibles impactos al subsuelo por mantenimiento.

Conformación de Plataformas

El material con el cual se conformarán las plataformas para edificios de área considerable así como estacionamientos y rellenos para caminos de servicio serán en su totalidad producto de excavación, no se pretende la compra de materiales pétreos para este fin desde otra procedencia, eliminando de ésta forma el impacto generado por su explotación en bancos de material y su transporte.

Descripción de los métodos que serán empleados para garantizar la estabilidad de taludes.

Por la constitución pétreo que ofrece la zona no se consideran trabajos adicionales de reforzamiento de taludes ni ademes, ya que la misma naturaleza del subsuelo evitará su colapso; no obstante, se mantendrá un monitoreo ante la posible aparición grietas o la presencia de materiales de calidad inferior, ya en el acopio de materiales en exteriores (donde así se destine), si se considerarán taludes con ángulo de reposo necesario para evitar su deslave.

Los taludes se dejarán con su perfil aproximado y, si las características lo requieren, ya terminado (en áreas de explanadas con superficie considerable) se perfilarán con motoniveladora. La conformación no deberá llegar hasta la cota de rasante definitiva; los últimos 30 a 50 centímetros se volverán a perfilar con motoniveladora, evitando su deterioro por erosión y paso del tráfico pesado.

Compactación

Con el objetivo de eliminar los espacios huecos en el suelo, aumentando así su densidad y, en consecuencia, su capacidad de soporte y estabilidad para carga, entre otras propiedades, se utilizará el método de compactación de la prueba proctor standard al 95% bajo control de pruebas de laboratorio.

Nivelación

El trabajo se realizará a través de una motoniveladora para garantizar los niveles que se requieren y el espacio de maniobra lo permita, de no ser así se llevará a cabo de forma manual respetando los niveles especificados por la brigada de topografía.

Se estima que por la amplitud de las obras a realizar durante los 10 años previstos para ello, no habrá grandes cantidades de materiales sobrantes, que en caso de existir serán depositados donde la autoridad competente designe.

En caso de resultar necesario el traslado se desarrollara valiéndose de camiones de volteo cubierto con lonas para evitar la dispersión del material.

Cortes.

Una vez teniendo el área libre de vegetación y de materia orgánica se procederá a iniciar las excavaciones, mismas que por su naturaleza serán efectuadas mediante maquinaria pesada y ligera (excavadoras a oruga, retroexcavadoras, minicargadores o martillos neumáticos para detalles), la totalidad de la maquinaria efectuará sus servicios mecánicos en talleres especializados fuera del terreno en cuestión evitando así posibles impactos al subsuelo por mantenimiento.

Dada la constitución pétreo que ofrece la zona no se consideran trabajos adicionales de reforzamiento de taludes ni ademes ya que la misma naturaleza del subsuelo evitará su colapso, no obstante, se mantendrá un monitoreo ante la posible aparición grietas o la presencia de materiales de calidad inferior, ya en el acopio en exteriores (donde así se destine), si se considerarán taludes con ángulo de reposo necesario para evitar su deslave.

Como fuera dicho antes, dada la constitución pétreo que ofrece la zona no se consideran trabajos adicionales de reforzamiento de taludes ni ademes.

- a) Tipo y volumen de material por remover.

151,760 m³

- b) Forma de manejo, traslado y disposición final del material de corte.

En relación al movimiento de materiales, tanto los derivados de excavaciones como cualquier otro necesario en el desarrollo del proyecto se prevé sea realizado bien en las primeras horas del día o bien en fase húmeda y de preferencia en camiones cubiertos con lonas para evitar la emisión de polvos.

Rellenos

- a) Sitios de donde se adquirirá el material para efectuar el relleno.

Se considera no adquirir cantidad alguna de materiales pétreos hasta en tanto no se agoten aquellos procedentes de las excavaciones.

- b) Volumen de material por remover.

Se estima existirá una equivalencia entre el producto de las excavaciones y las necesarios para relleno y nivelación. En caso de que la cantidad de material derivado de las excavaciones exceda a la necesidad de los trabajos de relleno y nivelación se consultara a las autoridades para definir el sitio que mejor convenga para su disposición final.

- c) Tipo de material por emplear en esta actividad, señalando sus características,

El material a ser empleado en trabajos de relleno y nivelación será estrictamente aquel derivado de los trabajos de excavaciones. Siendo de la misma naturaleza no se considera ocasione perturbación alguna en los terrenos donde de aplique.

- d) Forma de manejo y traslado del material para efectuar el relleno.

Todo movimiento de materiales se prevé sea realizado bien en las primeras horas del día o bien en fase húmeda y de preferencia en camiones cubiertos con lonas para evitar la emisión de polvos.

- e) Descripción de la técnica constructiva.

Dada la naturaleza llana del terreno el proceso de nivelación resulta muy simple, consistiendo en el transporte, mediante camiones de volteo, del material proveniente de las excavaciones y su vaciado en áreas que lo requieran, apisonándolo mediante aplanadoras ligeras.

- f) Descripción de métodos por emplear, para garantizar la estabilidad de taludes.

Dada la constitución pétreo que ofrece la zona no se consideran trabajos adicionales de reforzamiento de taludes ni ademes, ya que la misma naturaleza del subsuelo evitará su colapso; no obstante, se mantendrá un monitoreo ante la posible aparición grietas o la presencia de materiales de calidad inferior, ya en el acopio de materiales en exteriores (donde así se destine), si se considerarán taludes con ángulo de reposo necesario para evitar su deslave.

Los taludes se dejarán con su perfil aproximado y, si las características lo requieren, ya terminado (en áreas de explanadas con superficie considerable) se perfilarán con motoniveladora. La

conformación no deberá llegar hasta la cota de rasante definitiva; los últimos 30 a 50 centímetros se volverán a perfilar con motoniveladora, evitando su deterioro por erosión y paso del tráfico pesado.

- g) Descripción de los métodos por emplear, para minimizar la modificación de los patrones de drenaje natural de la zona.

Derivado de las características propias del terreno, y la región en su conjunto en materia de pedregosidad y capacidad de infiltración del suelo, son mínimos los sitios donde pudiera interrumpirse el flujo superficial del agua, ya que aun después de uno de los notables chubascos que pueden incidir en la zona, pocos minutos después los encharcamientos ya han desaparecido en escorrentías que llevan el agua de lluvia hacia el amplísimo manto freático que caracteriza a toda la llanura costera de la península de Yucatán.

II.2.3 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto

Como fuera descrito ya en el inciso II.2 Características particulares del proyecto, las obras provisionales previstas se reducen a una Bodega de materiales y herramienta, ocupando un área de 150 m². Taller de construcción con aprox. 150 m², Comedor de trabajadores de 250 m², Campamento de obra cuya área alcanzará los 250 m². La capacidad máxima del campamento será de 125 personas, Caseta de vigilancia. Con un área de 4 m², Camper móvil con 24 m² aproximadamente y Sanitarios públicos con una superficie aproximada de 75 m².

II.2.4 Etapa de construcción

a) Descripción general de las obras civiles a realizar.

Considerando que el proyecto implica un verdadero y consiente desarrollo adaptativo en cuanto a su ubicación última y su propio diseño arquitectónico por estar sujeto particularmente a las condiciones que dicte el terreno en el que pudiera ser implantado cada uno de los elementos de la infraestructura enlistados en las figuras II.21 y 22, es que esta iniciativa ha optado por solicitar una amplia área susceptible de cambio de uso del suelo para así, dentro de esta, contar con la libertad, que cada caso reclame, para desarrollar, como ha sido dicho antes, la que el propio arquitecto Miguel Quintana denomina “la Arquitectura al Llegue”, es decir que cada elemento arquitectónico y su ubicación precisa deberá responder a las condiciones específicas que el propio terreno le imponga. Un concepto por demás innovador, que busca siempre la mejor opción en cuanto a forma, diseño y ubicación, que evita generar dificultades e impactos y se moldea según lo reclaman las condiciones del sustrato, del arbolado, del escenario paisajístico etc. Un concepto que impone al proyecto cierto grado de espontaneidad, y que sin embargo se compromete cabalmente a ceñirse a las autorizaciones en materia de superficies de desplante y a respetar los límites de las amplias áreas de amortiguamiento para las cuales fuera solicitado el cambio de uso del suelo, todo ello a sabiendas de que la infraestructura será de menos del 5 % de dicha superficie CUS.

Elementos de infraestructura Xibalbá 1 modificado de la figura II.21			Despalme
# en plano	Trámites y permisos requeridos (locales)		Metros
1	A	Iglesia	3600
1	B	Aviario	5500
1	C	Caminos peatonales	7,665,624
1	D	Canales, Cordilleras vegetales y túneles	29,810,76
1	E	Almacén, zona de descarga, recepción de: alimentos, bebidas, suministros, artículos limpieza, tiendas, materiales de mantenimiento varios.	3500
1	F	Comedor de personal	400
1	G	Caminos de servicio	12,776,04
2	A	Acceso (explanada)	700
2	B	Taquilla (acceso, fotografía)	500
2	C	Tienda	300
2	D	Baños/regaderas/lockers/PTAR	1050
2	E	Explanada distribuidora	400
2	F	Primeros auxilios (con acceso cercano a salida/ambulancia)	120
2	G	Embarcadero kayaks	400
2	H	Palapa briefing chalecos /snorkel/equipo general	450
2	I	Torre tirolesa	200
2	J	Áreas de descanso intermedias	2500
2	K	Baños intermedios	200
2	L	Pueblito (camino seco)	1200
2	M	Foro (subterráneo)	200
2	N	Gradas (subterráneas)	700
2	O	Pueblito (transición)	960
2	P	Estación armón inicio	350
2	Q	Estación armón término	350
2	R	Área de vivero	3000
2	S	Restaurant 1	550
2	T	Casa de campo	350
2	U	Casa vigilante	90
3	A	Cuarto audio y video (show)	150
4	A	Oficinas administrativas	600
4	B	Cocina y cámara de refrigeración	1600
4	C	Servicios personales (baños, lockers, camerinos)	300
4	D	Centro de acopio	350
4	E	Área de composta	1500
5	A	Vehículos	7500
5	B	Autobuses	1500
5	C	Colaboradores	1000

5	D	Proveedores	350
5	E	Talleres de mantenimiento	300
5	F	Área lavado equipo (chalecos, cascos)	150
5	G	Cuarto de máquinas general	500
6	A	Exhibiciones de fauna	4000
6	B	Encierro aves	300
6	C	Encierro otros animales	250
6	D	Sembradíos	3900
6	E	Establo	600
7	A	Hotel (2 hoteles)	10.000
7	B	Alberca	500
7	C	Restaurant 2	550
7	D	Restaurant 3	550
7	E	Pozo Extracción	0
7	F	Pozo Inyección	0

Elementos de infraestructura en Xibalbá 2 modificado de la figura 22			
# en plano	Elementos de infraestructura en Xibalbá 2		Despalme metros
1	A	Iglesia	3600
1	B	Aviario	5500
1	C	Caminos peatonales	6,672,438
1	D	Canales, cordilleras vegetales y túneles	25,948,37
1	E	Almacén general zona de descarga, recepción y almacenaje de: alimentos, bebidas, suministros, artículos limpieza, tiendas, mantenimiento, productos varios.	3500
1	F	Comedor de personal	400
1	G	Caminos de servicio	11,120,73
2	A	Acceso (explanada)	700
2	B	Taquilla (acceso, fotografía)	500
2	C	Tienda	300
2	D	Baños/regaderas/lockers/PTAR	1050
2	E	Explanada distribuidora	400
2	F	Primeros auxilios (con acceso cercano a salida/ambulancia)	120
2	G	Embarcadero kayaks	400
2	H	Palapa briefing chalecos/snorkel/equipo general	450
2	I	Torre tirolesa	200
2	J	Áreas de descanso intermedias	2500
2	K	Baños intermedios	200
2	L	Pueblito (camino seco)	1200
2	M	Foro (subterráneo)	200
2	N	Gradas (subterráneas)	700

2	O	Pueblito (transición)	960
2	P	Estación armón inicio	350
2	Q	Estación armón término	350
2	R	Área de vivero	3000
2	S	Restaurant 1	550
2	T	Casa de campo	350
2	U	Casa vigilante	90
3	A	Cuarto audio y video (show)	150
4	A	Oficinas administrativas (con baños)	600
4	B	Cocina y cámara de refrigeración	1600
4	C	Servicios personales (baños, lockers, camerinos)	300
4	D	Centro de acopio	350
4	E	Área de composta	1500
5	A	Vehículos	7500
5	B	Autobuses	1500
5	C	Colaboradores	1000
5	D	Proveedores	350
5	E	Talleres de mantenimiento	300
5	F	Área lavado equipo (chalecos, cascos)	150
5	G	Cuarto de máquinas general	500
6	A	Exhibiciones de fauna (distribuidos en el área de proyecto)	4000
6	B	Encierro aves	300
6	C	Encierro otros animales	250
6	D	Sembradíos	3900
6	E	Establo	600
7	A	Hotel (2 hoteles)	10.000
7	B	Alberca	500
7	C	Restaurant 2	550
7	D	Restaurant 3	550
7	E	Pozo Extracción	0
7	F	Pozo Inyección	0

PROCESO DE CONSTRUCCIÓN GENERAL

De manera general se exponen a continuación las diferentes técnicas constructivas a emplear en los distintos edificios que formaran parte del conjunto.

Cimentación

El nivel del manto freático en la zona donde se contempla la construcción del proyecto ronda los -18.0 metros del nivel de terreno natural y en los edificios erigidos desde superficie (nivel de terreno) el proyecto cuenta con un nivel necesario de -1.0m NPT, esta condicionante lleva a proponer una cimentación poco profunda (zapatas aisladas, corridas y contratraves) sin presencia

de agua en las mismas, la profundidad será variable de acuerdo al previo estudio de mecánica de suelos y resultados de cálculo estructural que garantice el nivel de estrato sólido para el desplante de la cimentación y su estabilidad estructural. Una vez definida la ubicación se procederá a consolidar la superficie de desplante de zapatas por medio de una plantilla y su posterior construcción como elemento de concreto armado.

Parte de las edificaciones planteadas se encontrarán en una cota inferior a la del terreno (subterráneas), la solución en su caso será similar a la anteriormente descrita y dependerá de las características ofrecidas por el terreno su selección en cuanto a la cimentación refiera.

Por las características mostradas superficialmente no se considera la utilización de cimentaciones profundas, a menos que los sondeos arrojen datos que sugieran su aplicación donde se podrá determinar de manera particular la aplicación de dicha técnica constructiva.

Estructura

Una vez completada la cimentación se procederá a la construcción de muros a base de block o de concreto además de columnas y vigas interiores que van de piso a losa. La estructura de los edificios como bien se ha mencionado considera la edificación de columnas, vigas y losas de concreto armado de diferentes secciones formando una estructura a base de marcos rígidos para las áreas interiores del inmueble, los muros se contemplan siempre de block de concreto hueco aligerado y sus correspondientes apoyos verticales (castillos) donde el proyecto lo requiera.

También se contempla en algunos edificios dependiendo su finalidad, la incorporación de una estructura de concreto armado imitación madera o bien estructura metálica con recubrimientos duraderos, a manera de preservarlas por mayor tiempo y evitar la tala de árboles con diámetros considerables.

Cubierta

Se contemplan cuatro tipos de cubiertas para el proyecto en cuestión:

Tipo 1: Cubierta de concreto armado con base en losa reticular, monolítica o vigueta y bovedilla.

Tipo 2: Cubierta de palizada de madera dura de la región en diámetros que no superen los 30 cms de diámetro, sobre esta capa se colocará la subestructura de giles (madera dura de 2" como máximo) y su capa de zacate vegetal como cubierta final.

Tipo 3: Estructura y cubierta con lámina metálica.

Tipo 4: Cubierta natural ofrecida por el estrato en subsuelo (aplicable para edificaciones por debajo de la cota del terreno natural/subterráneas).

Acabados:

Los acabados de los edificios se definirán de acuerdo a la función de cada área, teniendo como premisa el uso de materiales naturales, de uso rudo, bajo mantenimiento, conveniencia costo-beneficio y disponibilidad en el mercado.

Áreas verdes

El diseño de las áreas verdes abarca gran parte superficie a cielo abierto, al nivel de selva localizada en los alrededores del proyecto y en montículos de material producto de excavación.

Materiales.

Se buscará siempre la utilización de materiales de la región, lo que no solo implica ahorros económicos sino una disminución considerablemente en la emisión de dióxido de carbono a la atmósfera como consecuencia del transporte de material a la zona donde ha de ser instalado. En los interiores se pueden utilizarán materiales decorativos como madera dura de la región, cristal, barro en distintas presentaciones, estucado maya, mortero, etc.

- b) En caso de pretender la instalación de obras y servicios provisionales en esta etapa, presentar una descripción de las actividades de desmantelamiento de las mismas, en su caso, de restauración del sitio.

Como fuera dicho antes, la Bodega, Taller de construcción, Comedor de trabajadores, Campamento de obra, y demás obras de carácter temporal que serán desmontadas al concluir el periodo de su vida útil, siendo substituidas por las estructuras permanentes que darán todos estos servicios al proyecto ya en su fase de operación. Obras cuyas áreas de ubicación serán integradas a los programas de restauración para sumarlas como elementos paisajísticos que darán soporte escénico al proyecto.

II.2.5 Etapa de operación y mantenimiento.

- a) descripción general del tipo de servicios que se brindarán en las instalaciones.

El Desarrollo Ecoturístico Xibalbá, además de constituirse en un sitio que asegurará la continuidad de los procesos naturales en toda su extensión, que garantizará la sobrevivencia de diversas especies consideradas en peligro de extinción que aún se distribuyen en la zona, acogerá a las aves migratorias que sin duda encontraran ahí refugio durante su travesía invernal hacia el sur y a su regreso; a su vez dará soporte a constantes esfuerzos de educación ambiental, de difusión, mediante un idioma coloquial de conocimiento científico de alto nivel y calidad que aborde temas relacionados con la historia natural de la región. Por otra parte pretende constituirse en un destino turístico de características únicas, brindando acceso seguro y confortable, apto para un público de todas las edades y capacidades físicas, a escenarios tales como: grutas, cenotes abiertos y cerrados, así como amplios espacios naturales que exhiben la amplia riqueza biológica propia de la región, todo ello complementado con equipos destinados a hacer de la visita una experiencia única al ofrecer tirolesas, viajes en truk, senderismo, bicicletas de montaña, rapel, etc. Actividades que serán soportadas por infraestructura del más alto nivel en cuanto a diseños, uso de materiales, consumo de energía, capacidades de reciclaje.

- b) tecnologías que se utilizarán, en especial las que tengan relación directa con la emisión y control de residuos líquidos, sólidos o gaseosos.

Con objeto de responder de la mejor manera al compromiso que adquiere el desarrollo Xibalbá con el medio ambiente, toda la maquinaria a ser utilizada durante las fases de preparación y construcción serán alquiladas a una empresa profesional a la que contractualmente se le comprometerá a dar el debido mantenimiento a sus equipos, evitando así contar con algún taller de mantenimiento dentro de las instalaciones del proyecto, y con ello derrames y deficiencia en el manejo de residuos peligrosos.

Considerando una afluencia de turistas del orden de 2000 pax por día llegado el momento de operación optima, se tendrá especial cuidado en contar con un sistema de tratamiento de aguas residuales de las mejores características posibles. Planta de tratamiento que deberá procesar un aproximado de 2.2 litros por segundo utilizando tratamientos biológicos de aguas residuales con una serie de importantes procesos que tienen en común la utilización de microorganismos (entre las que destacan las bacterias) para llevar a cabo la eliminación de componentes indeseables del agua, aprovechando la actividad metabólica de los mismos sobre esos componentes. La aplicación consiste en la eliminación de materia orgánica biodegradable, tanto soluble como coloidal, así como la eliminación de compuestos que contienen elementos nutrientes (Nitrógeno y Fósforo). Debiendo tener agua producto que cumplirá con la NOM-003-SEMARNAT-1997 y que será utilizada para riego.

- c) tipo de reparaciones a sistemas, equipos, etc.

Para el control de los materiales de mantenimiento se contará con un almacén diseñado exprofeso, dotado de piso de concreto, extintores, buena ventilación, regadera y los debidos señalamientos en todos y cada uno de los recipientes que contengan solventes, barnices o pintura, estopas, etc. evitando almacenar ahí más allá de los estrictamente necesarios para periodos no mayores a un mes. En tanto que para dar destino final a los residuos peligrosos que esta actividad genere se contratará a una empresa especializada en el manejo y transporte de estos elementos.

- d) especificar si se pretende llevar a cabo control de malezas o fauna nociva, describiendo los métodos de control.

El control de malezas será parte de las tareas de un departamento específico dedicado justamente al manejo de áreas verdes y jardinería, el cual contara con personal calificado en la materia, recurriendo en todos los casos al empleo de manejo de obra y maquinaria ligera, a la vez que evitando en todo momento el uso de químicos.

II.2.6 Descripción de obras asociadas al proyecto.

Como fuera dicho antes el inventario de las obras a desarrollar dentro de cada uno de los polígonos que integran al proyecto se enuncian en las figuras II.21 y 22, donde adicionalmente se menciona el área de despalle que corresponderá a cada una de estas, así como la temporalidad

que se asume para su desarrollo dentro del calendario de 10 años previsto para que el proyecto concluya. Inventario al que hay que sumar las obras provisionales descrita en el inciso II.2.4 b

II.2.7 Etapa de abandono del sitio.

Derivado de la importante inversión prevista en la instrumentación del proyecto aquí descrito, así como de las consecuentes tareas de mantenimiento a las que cada uno de los elementos que lo integran, el periodo de funcionamiento se estima en al menos 50 años. Por lo que elaborar un programa de abandono detallado está fuera de los alcances del presente documento, con el comentario adicional de que con seguridad, llegado el momento todo el esfuerzo desarrollado a favor de la conservación y enriquecimiento de las comunidades silvestres aquí presentes será un factor crucial al definir un nuevo derrotero para esta localidad.

Por lo que respecta a las obras de apoyo descritas, desde luego se considera que al finalizar su vida útil durante las fases iniciales del proyecto, estas serán dismanteladas completamente, siendo que el material resultante de dicho dismantelamiento será reutilizado en obras adicionales o bien trasladado mediante camiones tipo volquete al tiradero autorizado más cercano a la obra.

II.2.8 Utilización de explosivos:

El proyecto no se plantea la necesidad de emplear explosivos en ninguna de sus fases de actividad.

II.2.9 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera

Durante la fase de cambio de uso del suelo y según se abunda en el capítulo correspondiente de Identificación de Impactos ambientales, la producción de residuos se relaciona particularmente con la presencia de un número reducido de trabajadores y de la maquinaria que estos operan en los procesos de preparación del sitio. Residuos que se clasifican en sólidos (orgánicos e inorgánicos), líquidos (particularmente los captados en letrinas portátiles) y gaseosos (producidos por los escapes de la maquinaria necesaria para tales efecto.

II.2.10 Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los mismos.

Los residuos sólidos serán recibidos en contenedores (tambos de 200 lt con tapa) cuya señalización invitará ya a la separación de los mismos en al menos: orgánicos, plásticos y metales buscando con ello facilitar las tareas de reciclaje, dirigiendo hacia la composta los que a esta correspondan y preparando el resto para facilitar su reciclaje o bien definiendo su destino final en el basurero municipal.

Las aguas residuales captadas en el sistema de letrinas será responsabilidad de la compañía contratada para tales efectos, en tanto que los gaseosos serán minimizados al ser la maquinaria alquilada a una compañía que por tanto se responsabilice de brindar a esta el mantenimiento debido.

Esto con el comentario de que en capítulos correspondientes a identificación de impactos y medidas de mitigación se abunda en estos temas abarcando a su vez las fases de construcción y operación del proyecto

III.VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO.

III.1. ANÁLISIS DE LOS INSTRUMENTOS NORMATIVOS.

INTRODUCCIÓN

Con el objeto de que la autoridad responsable, tenga los elementos de evaluación en materia ambiental y de conformidad con las disposiciones normativas del Artículo 30 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al ambiente y con lo dispuesto por la Fracción Tercera del Artículo 13 de su Reglamento en Materia de Impacto Ambiental, a continuación se presenta la vinculación del proyecto “Desarrollo Ecoturístico Xibalbá” con todos y cada uno de los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental, así como con aquellos que regulan el uso del suelo.

Apegándonos a la descripción del proyecto realizada en el Capítulo 2 y al escenario ambiental al que pertenece, definido en el Capítulo 4, el “Desarrollo Ecoturístico Xibalbá” se encuentra enmarcado por los postulados que aquí se definen:

1. El proyecto se conforma de 2 polígonos denominados Xibalbá 1 y Xibalbá 2 respectivamente.

El primero de estos está integrado por 4 predios antes independientes mismos que fueron adquiridos exprofeso y que fueron debidamente descritos en el capítulo 1 y capítulo 2 de la presente Manifestación de Impacto Ambiental. (Anexo 1)

Las colindancias que rodean por sus cuatro costados a este predio corresponden a predios particulares cuyos propietarios no han podido ser plenamente identificados.

El segundo de estos polígonos está integrado por 6 predios, antes independientes, que a su vez fueron adquiridos exprofeso para albergar el presente proyecto, que también aparecen descritos en los capítulos precedentes, y que integran el Anexo 2.

Las colindancias que rodean por sus cuatro costados a este predio corresponden a predios particulares cuyos propietarios, de igual forma, no han podido ser plenamente identificados.

2.- Los accesos al proyecto son 2: el primero ubicado en el km 1 de la brecha Xtut- Sisbiche, acceso que tras 5 km de recorrido entra a terrenos del polígono denominado Xibalbá 1 según fuera ilustrado en la figura I.1 de la cual mostramos de nuevo aquí la porción correspondiente, para facilitar la comprensión: figura III.1

El segundo acceso se encuentra en el km 7 de la carretera Xalcobá – Xtut que de inmediato entra polígono conocido como Xibalbá 2, según se aprecia en la figura que se presenta a continuación, todo ello en el extremo noreste del Municipio de Valladolid.

Es dentro de cada uno de estos 2 polígonos (Xibalbá 1 y 2) que se plantea desarrollar la infraestructura de apoyo a las actividades eco turísticas a las que se debe el proyecto, como parte de la segunda fase del proceso y cuyo análisis será objeto de la Manifestación de Impacto Ambiental correspondiente que será desarrollada ante la SEDUMA para dar satisfacción a los términos establecidos por la legislación vigente.

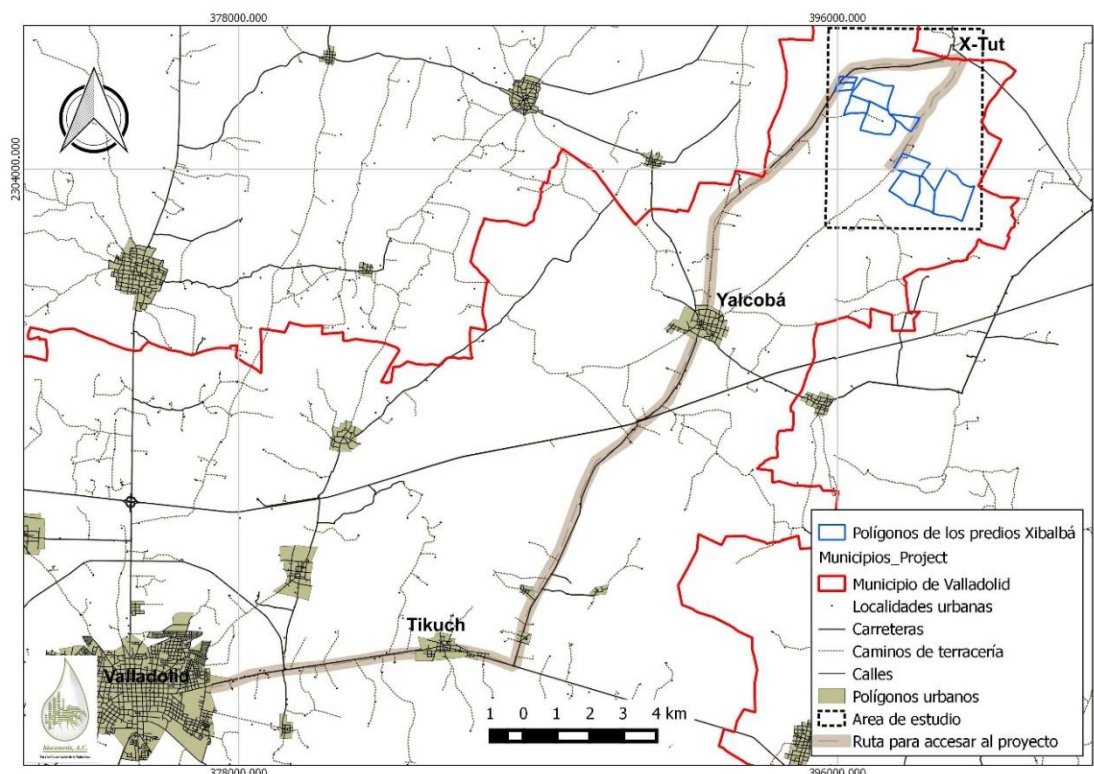


Figura III.1. Rutas de acceso hacia la zona de estudio ubicada a una distancia aproximada de 38 km de la ciudad de Valladolid en el extremo noreste del municipio del mismo nombre (INEGI, 2015).

3. La finalidad de este proyecto es la de potencializar la vocación turística de las propiedades descritas posibilitando la recepción de infraestructura útil para dar servicios a los visitantes, incrementando los márgenes de seguridad y calidad todo dentro de un paisaje al que le serán repuestos los elementos naturales originales como principal soporte y atractivo escénico, a este concepto de turismo de bajo impacto.

A continuación se analiza la relación entre el proyecto y los documentos de planeación y ordenamiento ecológico territorial aplicables señalándose su vinculación.

III.1.1. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL ESTADO DE YUCATÁN.

El Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Yucatán, es un instrumento de planeación, siendo su objetivo el de “regular e inducir el uso más racional del suelo y el desarrollo de las actividades productivas para lograr la protección y conservación de los recursos naturales”. El decreto de este ordenamiento Estatal fue publicado en el mes de Julio de 2007.

El Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán (POETY) es un instrumento de planeación jurídica, basado en información técnica y científica, que determina esquemas de regulación de la ocupación territorial maximizando el consenso entre los actores sociales y minimizando el conflicto sobre el uso del suelo. Mediante dicho ordenamiento se establece una serie de disposiciones legales con el fin de inducir al empleo de mecanismos innovadores de participación pública, así como al uso de técnicas y procedimientos de análisis geográfico, integración de información y evaluación ambiental, proceso que requiere del

desarrollo de nuevas capacidades de gestión y evaluación ambiental en los tres órdenes de gobierno.

Como fuera ilustrado mediante la figura III.2, el área implícita en la presente Manifestación, se ubica dentro de la Unidad de Gestión Ambiental 1.2L definida por el POETY, a la cual se le otorgan diversos atributos, de entre los que destaca muy especialmente el de “Aptitud principal” que se le asigna: Ganadería, en tanto que se le reconoce como aptitud secundaria la apicultura, a la vez que se reconoce que el uso actual es el de agricultura de temporal sobre selvas medianas sub perennifolias.

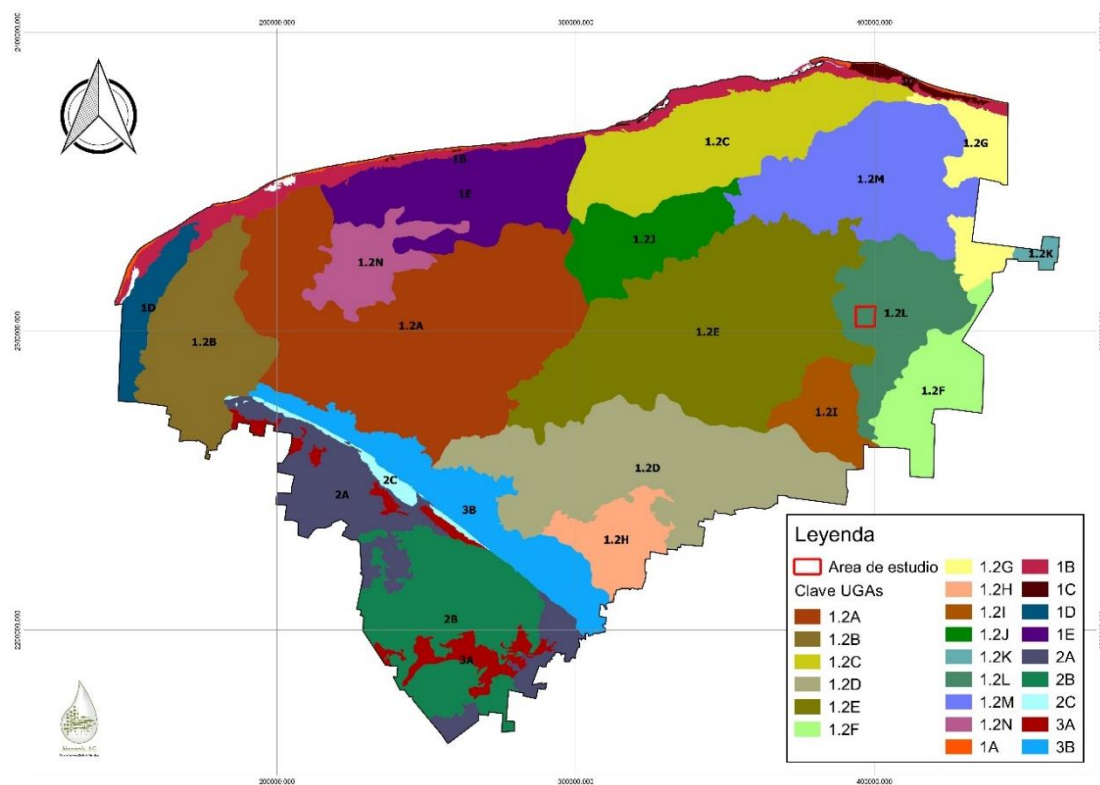


Figura III.2 Extraída del capítulo II para mostrar la ubicación del área de estudio (cuadro rojo) en la porción occidental de la Unidad de Gestión Ambiental UGA 1.2L definida en el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Yucatán (García-Gil y Sosa-Escalante, 2013), terrenos destinados desde tiempos inmemorables y hasta este momento a actividades agropecuaria.

Cabe señalar es que la zona en donde se desarrollará el proyecto no representa o se encuentra en un corredor biológico de interés o relevante, ya que la disminución de cobertura vegetal en el área o de sitios de probable ocupación por fauna silvestre han sido impactadas por las actividades agrícolas de la zona (cultivo de maíz principalmente) y por actividades de pastoreo de ganado y extracción de leña, conformando una discontinuidad importante en la estructura del suelo, la remoción de la cobertura vegetal y sobre todo de la distinta conformación del terreno natural en la zona. Teniéndose de esta forma un mosaico conformado por parches de vegetación en diferente estado de regeneración o de sucesión, fragmentos cuya delimitación obedece a la distribución de los límites de los potreros en el área.

- **Las políticas de la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) del POETY en el área estudiada**

La unidad de gestión ambiental la cual corresponde a la zona del proyecto presenta las siguientes características:

Cuadro III.1. Características de la Unidad de Gestión Ambiental en la que se localiza el proyecto.

Unidad de Gestión Ambiental del POETY		
Clave UGA	1.2.L	
Nombre	Planicie Chemax	
Área	1,578.79 Km²	
Municipio Referencia	Chemax	
Usos		
Predominantes	Ganadería	
Compatibles	Silvicultura, apicultura, turismo, actividades cinegéticas y agroforestería	
Condicionados	Porcicultura, asentamientos humanos e Industria	
Incompatibles	Extracción de materiales pétreos	
Políticas	P – 1, 2, 5, 6, 9, 10, 12, 13, 14, 16. C – 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 13. A – 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 16, 21, 22. R – 1, 5, 6, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21.	

Cuadro III.2. Análisis de los paisajes para el establecimiento del modelo de ocupación del territorio.

UGA	Aptitud principal	Aptitud secundaria	Uso actual principal y tipo de vegetación	Población Total	Densidad de población (hab/Km ²)	Densidad de caminos (Km/Km ²)
1.2L	Ganadería	Apicultura, asentamientos humanos	Agricultura de temporal y selva mediana sub perennifolia con vegetación secundaria	33,326	21.11	1.58

También vinculado con el contenido del POETY a continuación se presenta el análisis de las políticas ecológicas aplicables a la UGA 1.2I, los usos del suelo ahí propuestos y los criterios que deben ser aplicados en búsqueda de que los aprovechamientos que ahí se hagan resulten sustentables

Cuadro III.3. Modelo de Ocupación del Territorio (Políticas y criterios)

U. P.	Usos propuestos	Políticas	Principales criterios y recomendaciones ecológicas
1.2L	<u>Predominante:</u> Ganadería <u>Compatible:</u> Silvicultura, apicultura, turismo, actividades cinegéticas y agroforestería. <u>Condicionado:</u> Porcicultura, asentamientos humanos e industria. <u>Incompatibles:</u> Extracción de	Protección: Conservación: Aprovechamiento. Restauración	P - 1, 2, 5, 6, 9, 12, 13, 14, 16. C - 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 13. R - 1, 5, 6, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 y 21. A - 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 21 y 22.

Cuadro III.4. Criterios ecológicos aplicables a la UGA 1.2L y la forma en que el proyecto responderá a cada uno de estos Criterios.

Vinculación del proyecto con los criterios de regulación del POETY, Política de Protección

Criterio 1	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.
Congruencia	El cambio de uso del suelo implícito en el proyecto se visualiza como la primera parte del proceso que se propone sentar las bases para fomentar una alternativa de diversificación productiva (ante los actuales usos agropecuarios que no se están desarrollando conforme a los requerimientos de la protección del territorio) basada en un Desarrollo ecoturístico cuyo sustrato fundamental y su oferta de valor es justamente la conservación de los recursos naturales como escenario de las actividades y servicios que ahí se preste a sus visitantes.
Criterio 2	Crear las condiciones que generen un desarrollo socioeconómico de las comunidades locales que sea compatible con la protección.
Congruencia	El proyecto prevé la generación de un número considerable de empleos en sus fases de construcción y operación, lo que a su vez traerá consigo una derrama económica en la zona dinamizando la economía regional. Con la ejecución del proyecto ecoturístico se generarán nuevas fuentes y oportunidades de empleos, tanto de forma directa como indirecta por todos los servicios que se requerirán a partir de esta actividad económica. Es factible la contratación de personal de las localidades circundantes, en primera instancia de Sisbichén (1 Km al sureste) y de igual forma de X-tut, Chemax o Valladolid. Los empleos serán creados en las diferentes etapas del proyecto.
Criterio 5	No se permite el confinamiento de desechos industriales, tóxicos y biológico - infecciosos.
Congruencia	Por su naturaleza el proyecto no se relaciona de modo alguno con este tipo de residuos. El área del proyecto no será un sitio disposición de materiales y residuos peligrosos, todos aquellos residuos peligrosos que puedan llegarse a generar serán recolectados por una empresa debidamente autorizada.
Criterio 6	No se permite la construcción a menos de 20 metros de distancia de los cuerpos de agua, salvo autorización de la autoridad competente.

Congruencia	La construcción de infraestructura ecoturística (cuartos-habitación) está contemplada para ser establecida a partir de 20 metros del borde de roca caliza del cenote de tipo abierto. El espejo de agua se localiza aproximadamente a 15 metros de profundidad de este borde.
Criterio 9	No se permite la quema de vegetación, de desechos sólidos ni la aplicación de herbicidas y defoliantes.
Congruencia	El proyecto prevé la trituración y reciclamiento de los materiales derivados del desplante, sea para recubrir caminos y evitar emisión de polvos, sea para nutrir la composta evitando la quema de los productos de desecho, al igual que hace suya la prohibición de utilizar herbicidas y defoliantes.
Criterio 12	Los proyectos a desarrollar deben garantizar la conectividad de la vegetación entre los predios colindantes que permitan la movilidad de la fauna silvestre.
Congruencia	Una vez concluida la fase de cambio de uso del suelo, y construcción de la infraestructura de apoyo, el proyecto, lejos de promover la fragmentación de los hábitats naturales, propiciar la conectividad de los mismos al fomentar la restauración de la cobertura vegetal provocada por las anteriores actividades de ganadería extensiva buscando revitalizar los escenarios naturales principal atractivo de sus actividades ecoturísticas. Se conservará casi la totalidad de la cobertura vegetal en el área, ya que se busca que el proyecto conserve su belleza escénica. Se preservarán los árboles de gran tamaño, adaptando las obras a las zonas que causen una menor afectación. Se promoverá la siembra de vegetación nativa y la restauración de la cobertura vegetal del área.
Criterio 13	No se permiten las actividades que degraden la naturaleza en las zonas que formen parte de los corredores biológicos.
Congruencia	Una vez concluida la fase de cambio de uso del suelo, el desarrollo del proyecto contrariamente a promover la fragmentación de los hábitats naturales, propiciará la conformación de corredores biológicos con sus áreas vecinas al fomentar la restauración de la cobertura vegetal provocada por las anteriores actividades de ganadería extensiva, buscando revitalizar los escenarios naturales, principal atractivo de las actividades ecoturísticas.
Criterio 14	Deben mantenerse y protegerse las áreas de vegetación que permitan la recarga de acuíferos.
Congruencia	Al igual que la vinculación anterior, se establece la afinidad intrínseca del proyecto con la filosofía de protección, conservación y restauración de la vegetación del área y su zona de influencia, lo que trae consigo los consecuentes beneficios a su función hidrológica y la recarga de los acuíferos. El presente proyecto busca mantener la vegetación natural del sitio, para mantener en lo posible la recarga del acuífero en el área; se tendrá especial cuidado en mantener los procesos de orden hidrológico. En el proyecto se considera la preservación de la mayor parte de la cobertura vegetal y se propondrá la siembra de vegetación seleccionando especies nativas.
Criterio 16	No se permite el pastoreo en áreas de corte forestal que se encuentren en regeneración.
Congruencia	No solo no se pretende desarrollar ninguna actividad ganadera, sino generar actividades productivas alternativas ya que en éste proyecto se considera la preservación de la mayor parte de la cobertura vegetal y se propondrá la siembra de vegetación seleccionando especies nativas.

Vinculación del proyecto con los criterios de regulación del POETY, Política de Conservación

Criterio 1	Los proyectos de desarrollo deben considerar técnicas que disminuyan la pérdida de la cobertura vegetal y de la biodiversidad.
Congruencia	En proyecto, desde su diseño y concepción y como parte intrínseca al tipo de servicios eco turísticos que se propone prestar actuará en todo momento en acato a estas disposiciones. La naturaleza del proyecto permite la conservación de la mayor parte de la cobertura vegetal, ya que estos atributos son los que se pretenden utilizar como propuesta de valor por su riqueza y belleza natural como base de las actividades ecoturísticas. Se conservará el 95 % del terreno con la vegetación original, de igual forma se pretende fomentar la restauración y regeneración de la cobertura vegetal del sitio mediante la utilización de especies nativas de la selva mediana subcaducifolia. Durante todas las fases del proyecto se buscará respetar todas las especies vegetales de gran porte, evitando dañar los árboles en las actividades constructivas.
Criterio 2	Prevenir la erosión inducida por las actividades antropogénicas.
Congruencia	En proyecto, al fomentar la restauración de la cobertura vegetal, actuará en todo momento a favor de estos principios.
Criterio 3	Controlar y/o restringir el uso de especies exóticas
Congruencia	Todas las actividades de restauración vegetal y reforestación, así como la jardinería, se llevarán a cabo utilizando especies nativas y propias de la región.
Criterio 4	En el desarrollo de proyectos, se protegerá 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.
Congruencia	Criterio con el que comulga la propia filosofía que motiva el desarrollo del proyecto, puesto que dedicará esfuerzos específicos en este sentido a favor de las selvas y cenotes ubicados dentro de sus límites y área de influencia. La naturaleza del proyecto permite la conservación de los ecosistemas y de la cobertura vegetal, ya que estos atributos son los que se pretenden utilizar como propuesta de valor por su riqueza y belleza natural como base de las actividades ecoturísticas.
Criterio 5	No se permite la ubicación de bancos de préstamo de material en unidades localizadas en ANP, cerca de cuerpos de agua y dunas costeras.
Congruencia	No se establecerán bancos de préstamo de materiales cerca de los cuerpos de agua.
Criterio 6	Los proyectos turísticos deben contar con estudios de capacidad de carga.
Congruencia	El proyecto que se pretende establecer es un proyecto ecoturístico de bajo impacto con una densidad de visitantes baja, procurando tener un impacto mínimo en el ecosistema. Llegado el momento se desarrollará el estudio de capacidad de carga.
Criterio 7	Se deben establecer programas de manejo y disposición final de residuos sólidos y líquidos en las áreas destinadas al ecoturismo.

Congruencia	El proyecto cuenta con un programa de manejo ambiental en el que se considera, de manera importante, un subprograma de residuos sólidos y líquidos, entre otros. Al ser un sitio ecoturístico de bajo impacto se espera tener bajos volúmenes de generación de residuos desde la fase de preparación del sitio hasta la operación del proyecto.
Criterio 8	No se permite la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre la vegetación nativa, zona federal marítima terrestre, zonas inundables y áreas marinas
Congruencia	Durante la fase de Cambio de Uso del Suelo, así como en las posteriores el proyecto será cuidadoso de manejar o almacenar provisionalmente sus materiales en sitios antes perturbados lejos de áreas selváticas o áreas inundables. El material derivado de las obras será cuidadosamente dispuesto y transportado hasta su sitio de destino inal, con la intención de no dañar la vegetación adyacente a las actividades, ya que se pretende conservar en su mayor parte la cobertura vegetal. En ningún caso se dispondrán materiales sobre la vegetación nativa.
Criterio 9	Las vías de comunicación deben contar con drenajes suficientes que permitan el libre flujo de agua, evitando su represamiento.
Congruencia	El proyecto considera medidas de mitigación para los impactos que generen modificación de flujos hidrológicos para la recuperación y restauración de las escorrentías naturales.
Criterio 10	El sistema de drenaje de las vías de comunicación debe sujetarse al mantenimiento periódico para evitar la obstrucción y mal funcionamiento.
Congruencia	Todos los accesos, caminos y brechas vinculadas con el proyecto estarán libres de cubierta que impidan la filtración o que obstruyan los drenajes naturales.
Criterio 13	Los proyectos de desarrollo deben identificar y conservar los ecosistemas cuyos servicios ambientales son de relevancia para la región.
Congruencia	El desarrollo del proyecto dedicara esfuerzos justamente dirigidos a que los sistemas naturales conserven su función y presten sus servicios ambientales. Las vegetación presente en el predio es de tipo secundaria, no obstante al conservar la mayor parte de la cobertura vegetal del terreno los servicios ambientales provistos por el ecosistema en regeneración serán conservados, tal es el caso de la captura de carbono, regulación climática, recarga del acuífero, provisión de hábitat para la fauna, o mantenimiento de la biodiversidad, que pudiera proporcionar la superficie del terreno a escala paisajística.

Vinculación del proyecto con los criterios de regulación del POETY, Política de Restauración

Criterio 1	Recuperar las tierras no productivas y degradadas.
Congruencia	El proyecto contempla un programa de restauración en el que se considera la recuperación de áreas degradadas.
Criterio 5	Recuperar la cobertura vegetal en zonas con proceso de erosión y perturbadas.
Congruencia	El proyecto contempla un programa de restauración en el que se considera la recuperación de áreas degradadas.
Criterio 6	Promover la recuperación de poblaciones silvestres.

Congruencia	El proyecto contempla un programa de recuperación y de restauración. En la superficie del predio se mantendrán poblaciones silvestres de flora y fauna, en las que no se producirán alteraciones antropogénicas, lo que permitirá la movilidad de las especies de fauna silvestre hacia otras áreas colindantes. Para promover la recuperación de las poblaciones de flora silvestre se ha establecido un programa de rescate y reubicación de especies de la vegetación forestal afectadas y su adaptación al nuevo hábitat.
Criterio 8	Promover la restauración del área sujeta a aprovechamiento turístico.
Congruencia	El proyecto contempla un programa de recuperación y de restauración.
Criterio 9	Restablecer y proteger los flujos naturales de agua.
Congruencia	El proyecto considera medidas de mitigación para los impactos que generen modificación de flujos hidrológicos para la recuperación y restauración de las escorrentías naturales.
Criterio 11	Restaurar superficies dañadas con especies nativas.
Congruencia	Todas las actividades de restauración vegetal y reforestación, así como la jardinería se llevarán a cabo utilizando especies locales.
Criterio 12	Restaurar zonas cercanas a los sitios de extracción para la protección del acuífero.
Congruencia	El proyecto contempla un programa de restauración y reforestación.
Criterio 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.
Congruencia	El proyecto contempla un programa de recuperación y de restauración que considerará estos parámetros
Criterio 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.
Congruencia	El proyecto contempla un programa de recuperación y de restauración que considerará estos parámetros.
Criterio 15	En la restauración de bancos de préstamo de material pétreo la reforestación podrá incorporar ejemplares obtenidos del rescate de vegetación del desplante de los desarrollos turísticos, industriales o urbanos.
Congruencia	El proyecto contempla un programa de recuperación y de restauración que considerará estos criterios.
Criterio 16	Establecer programas de monitoreo ambiental.
Congruencia	El proyecto cuenta con un programa de manejo ambiental en el que se considera, de manera importante, un subprograma de monitoreo ambiental, (monitoreo vegetal, monitoreo de la fauna y monitoreo de la calidad del agua).
Criterio 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.
Congruencia	El proyecto contempla un programa de recuperación y de restauración que considerará estos criterios (recuperación de suelos y restauración de la vegetación)
Criterio 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 de un espesor igual al que originalmente tenía.
Congruencia	El proyecto contempla un programa de recuperación de suelos y restauración de la vegetación.

Criterio 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 área en proceso de explotación, para ser utilizado en los programas de restauración del área.
Congruencia	Como ha sido mencionado antes, el proyecto contempla el uso de maquinaria para triturar los productos derivados de las fases de preparación del sitio y construcción de la obra, así como la reutilización de la capa fértil del suelo afectado por la etapa de cambio de uso del suelo. El proyecto contempla un programa de recuperación y de restauración que considerará estos criterios (recuperación de suelos y restauración de la vegetación).
Criterio 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, deberá 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.
Congruencia	Criterios que coinciden con la dinámica propuesta para el desarrollo de la manifestación de impacto ambiental.
Criterio 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 por el programa de recuperación y restauración del área impactada siendo acorde a la vegetación de la región o según indique la autoridad competente.
Congruencia	Aunque el proyecto no incluye la explotación de un banco de materiales, esta sugerencia será tomada en cuenta en las áreas de desplante para lo cual el proyecto cuenta con un programa de manejo ambiental en el que se considera, de manera importante, un subprograma de restauración y reforestación, entre otros. Todas las actividades de restauración vegetal y reforestación, así como la jardinería se llevarán a cabo utilizando especies locales.

Vinculación del proyecto con los criterios de regulación del POETY, Política de Aprovechamiento

Criterio 1	1: Se deben mantener las fertilidades de los suelos mediante técnicas de conservación agroecológicas.
Congruencia	El proyecto dedicara esfuerzos justamente dirigidos a que los suelos recuperen su fertilidad y presten sus servicios ambientales.
Criterio 2	2: Se deben considerar prácticas y técnicas para la prevención de los incendios.
Congruencia	El proyecto prevé evitar del todo el uso de fuego dentro de sus límites, a la vez que contará cuenta con un programa de prevención de incendios forestales y atención a contingencias.
Criterio 3	3: Reducir la utilización de agroquímicos en los sistemas de producción, favoreciendo técnicas ecológicas y de control biológico.
Congruencia	El proyecto no permite la utilización de agroquímicos, en tanto que adicionalmente se aplicarán técnicas ecológicas en los programas de conservación, restauración y reforestación.
Criterio 4	4: Impulsar el control integrado para el manejo de plagas y enfermedades.
Congruencia	Por la naturaleza de las actividades a desarrollar no se prevé enfrentar este problema que, de ocurrir, involucrará la intervención de los especialistas en el ramo.

Criterio 5	5: Promover el uso de especies productivas nativas adecuadas a los suelos, considerando su potencial.
Congruencia	Todas las actividades de restauración vegetal y reforestación, así como la jardinería se llevarán a cabo utilizando especies locales y por tanto adaptadas a las condiciones del suelo propio de la localidad.
Criterio 6	6: Regular las fuentes de contaminación de las granjas porcícolas, acuícolas o avícolas de acuerdo a lo estipulado por la autoridad competente.
Congruencia	Por la naturaleza del proyecto estos temas no aplican.
Criterio 7	7: Permitir el ecoturismo de baja densidad en las modalidades de contemplación y senderismo.
Congruencia	Aspecto que coincide plenamente con los objetivos del proyecto.
Criterio 8	8: En las actividades pecuarias debe fomentarse la rotación de potreros y de uso de cercos vivos con plantas nativas.
Congruencia	Por la naturaleza del proyecto estos temas no aplican.
Criterio 9	9: El desarrollo de infraestructura turística deberá 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.
Congruencia	Tema que aunque permanece fuera de los alcances de esta etapa de cambio de uso del suelo se denota como plenamente coincidente con la filosofía del proyecto en su conjunto quedando como un compromiso a ser atendido en las fases subsiguientes.
Criterio 11	11: Crear corredores de vegetación entre las zonas urbanas e industriales.
Congruencia	Crear corredores de vegetación es uno de las actividades de restauración implícitas tras la ejecución del Cambio de Uso del Suelo.
Criterio 12	12: Utilizar materiales naturales de la región en la construcción de instalaciones ecoturísticas.
Congruencia	No aplica en esta fase de ejecución del CUS, sin embargo será consecuente con los criterios que se aplique en fases de construcción del proyecto.
Criterio 13	13: En áreas agrícolas productivas debe promoverse la rotación de cultivos.
Congruencia	No aplica
Criterio 14	14: En áreas productivas para la agricultura deben de integrarse los sistemas agroforestales y agro silvícolas, con diversificación de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas.
Congruencia	No aplica
Criterio 15	15: No se permite la ganadería semi-extensiva y la existente debe transformarse a ganadería estabulada o intensiva.
Congruencia	No aplica
Criterio 16	16: Restringir el crecimiento de la frontera agropecuaria en zonas de aptitud forestal o en ANP.
Congruencia	El proyecto corre justamente a favor de evitar y contrarrestar el crecimiento de la frontera agropecuaria y restaurar áreas forestadas
Criterio 21	21: Promover las actividades cinegéticas en las zonas de pastizales inducidos.
Congruencia	Por la naturaleza de este proyecto, no aplica.
Criterio 22	22: En la superficie destinada a la actividad ganadera debe establecerse vegetación forrajera en una densidad mayor a los pastos inducidos.
Congruencia	Por la naturaleza de este proyecto, no aplica.

III.1.2 PLAN ESTATAL DE DESARROLLO DEL ESTADO DE YUCATÁN, 2012 – 2018.

Este plan establece 7 ejes temáticos de entre los cuales destaca, en la materia que no ocupa, el “IV. Yucatán con Crecimiento Ordenado”, dentro del cual destaca en el título del **“Medio Ambiente”**, y su objetivo que habla de: **“Incrementar la conservación del capital natural y sus servicios ambientales”**.

Por otro lado establece entre las estrategias a desarrollar para alcanzar el objetivo antes referido, las siguientes:

“Consolidar el Sistema Estatal de áreas naturales protegidas” y “Mejorar el estado de los ecosistemas prioritarios de cenotes, humedales y selvas”.

“Dar valor económico al medio ambiente y dar conciencia ambiental a la economía”.- El proyecto integra los conceptos de aprovechamiento del paisaje natural especial de los cenotes de la península de Yucatán y el concepto de conservación de estos recursos naturales.

“Se debe hacer lo necesario para que en el campo yucateco miles de familias encuentren una fuente de ingresos suficientes para permanecer en su comunidad”.- El desarrollo del proyecto generará empleos, propiciará la formación de capacidades locales, y generará un incremento en la demanda de bienes y servicios, provocando una derrama económica en el municipio.

Principio que, dictados a nivel municipal, coinciden plenamente con los objetivos planteados para el Desarrollo Ecoturístico Xibalbá.

III.1.3 LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE

El antecedente de esta Ley fue la **Ley General de Protección al Ambiente**, que se estableció en 1972 y la **Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente** que se expidió en 1988. La **actual Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente** se reformó en 1996, DOF del 13 de diciembre de 1996, incluyendo los apartados para el ordenamiento del territorio.

III.1.4 REGLAMENTO DE LA LGEEPA

a) En materia de Evaluación de Impacto Ambiental

En Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, en el artículo 5º establece que quienes lleven a cabo cualquier obra o actividad que pudieran ocasionar daños al medio ambiente y a los ecosistemas, deberán contar previamente con una autorización.

Para cumplir con dichos ordenamientos de aplicación federal y estatal, la empresa presenta los estudios ambientales, para su evaluación y autorización, con la seguridad de cumplir con las medidas preventivas y/ o de mitigación requeridas.

b) En materia de Prevención y manejo Integral de los Residuos.

El proyecto cuenta con un programa de manejo ambiental en el que se considera, de manera importante, un subprograma de manejo de residuos sólidos y líquidos, entre otros

La normativa en materia de residuos que cumplirá el proyecto es la siguiente:

Relacionado con la prevención y el control de la contaminación del suelo por el manejo de los residuos y con la generación y manejo de los residuos peligrosos,

La regulación del aprovechamiento sustentable, la protección y la preservación de los recursos forestales, el suelo, las aguas nacionales, la biodiversidad, la flora, la fauna y los demás recursos naturales de competencia federal; con la protección de suelos y áreas boscosas y selváticas y el mantenimiento de caudales básicos de las corrientes de agua, y la capacidad de recarga de los acuíferos, debiendo mantener la integridad y el equilibrio de los elementos naturales que intervienen en el ciclo hidrológico; con la preservación y el aprovechamiento sustentable del suelo; con la preservación y el aprovechamiento sustentable del suelo durante las excavaciones y todas las acciones que alteren la cubierta y suelos forestales;

c) En materia de contaminación del suelo:

Durante los trabajos relacionados con el proyecto, se cumplirá con la normativa relacionada con la prevención y control de la contaminación del suelo de la siguiente forma:

Además de propiciar el uso y manejo adecuado de baños portátiles para evitar el fecalismo al aire libre, esta fase del proyecto no implica el uso almacenamiento de aceites, grasas y otros lubricantes, ni solventes en el sitio.

d) En materia de Flora y fauna.

En cumplimiento con esta temática el proyecto responderá de la siguiente manera:

- Se prevén prohibiciones estrictas entre los trabajadores respecto a cualquier aprovechamiento de ejemplares de vida silvestre.
- Se realizarán esfuerzos moderados y paulatinos de ahuyentamiento buscando que la fauna silvestre que habite los sitios a ser afectados se traslade por sus propios medios a áreas aledañas dentro del predio evitando en lo posible su manipulación directa de ejemplares silvestres por los efectos y daños que en muchos casos esto trae consigo.
- Se prevé el rescate de ejemplares de flora y fauna, cuya supervivencia se ponga en peligro a consecuencia de las labores en las fases de preparación y construcción del sitio y cuyo traslado resulte viable, con énfasis en los incluidos en la NOM 059 SEMARNAT 2010.
- Se instalará un vivero para recibir y custodiar tanto a los ejemplares rescatados como a aquellos destinados a la continua tarea de reforestación y restauración.

e) En materia de ruido, vibraciones, energía térmica o lumínica.

La normativa en materia de ruido que observará previendo que la empresa arrendadora de la maquinaria a ser utilizada responda contractualmente a que sus equipos laboren en condiciones tales que no rebasen los límites máximos establecidos en las NOM's correspondientes.

III.1.5 LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE.

CAPITULO I Del Cambio de Uso del Suelo en los Terrenos Forestales

Artículo 117.- La Secretaría SEMARNAT) sólo podrá autorizar el cambio de uso del 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 que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad

del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo.

Consideraciones que resultan justamente la razón de ser del Estudio Técnico Justificativo para cambio de uso del suelo entregado a la Delegación SEMARNAT Yucatán y el presente Manifiesto de Impacto Ambiental.

III.1.6 LEY DE AGUAS NACIONALES.

Ordenamiento que en relación a las autorizaciones para hacer uso del recurso agua establece lo siguiente:

ARTICULO 30.- Conjuntamente con la solicitud de concesión o asignación para la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales se solicitará, en su caso: el permiso de descarga de aguas residuales, el permiso para la realización de las obras que se requieran para el aprovechamiento del agua y la concesión para la explotación, uso o aprovechamiento de cauces, vasos o zonas federales a cargo de "La Comisión".

Disposición que será considerada como materia del proceso de la MIA propia de la fase siguiente del proyecto.

Se realiza esta Manifestación de Impacto Ambiental buscando con esto dar respuesta debidamente fundada y motivada a las propuestas y observaciones planteadas por la Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente del Estado de Yucatán. Considerando además que los terrenos descritos no corresponden al supuesto de haber sido incendiados en tiempos recientes y de que no contraviene lo dispuesto por los programas de ordenamiento ecológico correspondiente, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables, con lo que además responde a estabilizar su uso, desarrollando actividades alternativas de ecoturismo, educación ambiental, conservación y restauración con prácticas permanentes y evitando que la producción agropecuaria crezca a costa de los terrenos forestales, apoyado a la conservación de estos ecosistemas y revalorando su importancia con un aprovechamiento más amigable al que se le ha dado en las últimas décadas, tales como la ganadería extensiva y agricultura de temporal.

III.1.7. NORMAS OFICIALES MEXICANAS

A continuación se mencionan las NOM aplicables y tras cada una la forma en que el proyecto responde para darles la atención debida:

NOM 001 SEMARNAT 2003 que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

Durante las labores descritas en las fases preparación del sitio y cambio de uso del suelo se prevé utilizar sanitarios portátiles en número tal que optimicen su uso por parte de los trabajadores y cuyo mantenimiento y manejo de residuos será responsabilidad de la empresa contratada, esto como medida de prevención a la defecación al aire libre y de posibles descargas de aguas residuales en la zona del predio. Ya en las fases de construcción y operación se contempla evidentemente contar con una planta de tratamiento de aguas residuales de capacidades suficientes para una afluencia importante de visitantes, que se calcula del orden de los 2,000 pax / día.

NOM-003-SEMARNAT -1997 que establece los Límites Máximos Permisibles de Contaminantes para las aguas residuales tratadas que se usen en servicios públicos.

De igual manera, durante las labores descritas en la preparación y cambio de uso del suelo, se prevé utilizar sanitarios portátiles en número tal que optimicen su uso por parte de los trabajadores y cuyo mantenimiento y manejo de residuos será responsabilidad de la empresa contratada, la cual transportará los residuos al destino final definido por la autoridad competente.

NOM-041-SEMARNAT-1999 que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de vehículos automotores que utilizan gasolina como combustible.

Adicionalmente a que la casa arrendadora se hará responsable del mantenimiento de la maquinaria contratada para el desarrollo de esta fase del proyecto, se llevará a cabo la verificación pertinente para que las maquinarias cumplan con el mantenimiento preventivo.

NOM-045-SEMARNAT-1996 que establece los límites máximos permisibles de opacidad de humo proveniente del escape de vehículos automotores que usan diésel o mezclas que incluyen diésel como combustible.

Igualmente y no obstante la empresa arrendadora se hará responsable del mantenimiento de la maquinaria se llevará a cabo la verificación pertinente para que estas cumplan con el mantenimiento preventivo.

NOM-052-SEMARNAT-1993 que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

Durante el desarrollo de trabajos vinculados con el proyecto no se planea el uso de dispositivos ni materiales considerados como peligrosos o tóxicos.

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.

Por su naturaleza y filosofía el proyecto adquiere el compromiso de conservar los hábitats de todas las especies silvestres, enfatizando aquellos casos que involucren alguna considerada por la NOM referida.

NOM-080-SEMARNAT-1994 que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de vehículos automotores y su método de medición.

Toda la maquinaria y equipos que se requieran para la instrumentación del proyecto serán rentadas a empresas especializadas, responsabilizando a estas de dar el mantenimiento debido para que cumplan con la normatividad vigente, además de que se mantendrá una bitácora de los mantenimientos de la maquinaria involucrada en el proyecto.

NOM-001-STPS-1999 para las Condiciones de seguridad e higiene.

Se proporcionará a los trabajadores las herramientas y condiciones adecuadas de estos servicios para prevenir accidentes durante la obra y para atención médica en casos requeridos.

NOM-004-STPS-1999 en relación a los Sistemas de protección y dispositivos de seguridad de la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo.

Se proporcionará a los trabajadores las herramientas y condiciones adecuadas para prevenir accidentes durante la obra.

NOM-006-STPS-2000 para el Manejo y almacenamiento de materiales-Condicionales y procedimientos de seguridad.

Se construirán almacenes temporales contruidos con láminas de cartón, para almacenamiento de polvo, graba, cemento, etc. No se plantea el almacenamiento de aceites, lubricantes u otras sustancias peligrosas.

NOM-011-STPS-2001 que establece las Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.

Pese a que no se contempla que los niveles de ruido sean muy altos o que puedan provocar daños a la salud, se proveerá a los operadores de maquinaria equipo de protección auditiva

NOM-030-STPS-2006 sobre los Servicios preventivos de seguridad y salud en el trabajo- Organización y funciones.

Además de contar con un botiquín de primeros auxilios, el proyecto contempla la contratación de empleados a los que se brindarán todas las prestaciones que en esta materia exige la normatividad vigente.

III.1.8. DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

No aplica en tanto que el área de estudio se encuentra decenas de kilómetros de cualquier ANP, siendo la más cercana la Otoch Ma'ax Yetel Kooh en el vecino estado de Q. Roo.

III.1.9 LEY DE PROTECCIÓN AL AMBIENTE DEL ESTADO DE YUCATÁN:

En su **artículo 31** esta ley establece cuales obras serán objeto de Manifestación de Impacto Ambiental. De entre las cuales evidentemente se encuentra el tema inherente al cambio de uso del suelo, y desarrollos turísticos entre otros.

En el **artículo 32** esta ley refiere las obras y actividades que requieren autorización establecida en el artículo anterior, y enfatiza en el caso de las persona físicas y morales que pretendan realizar las siguientes obras o actividades:

Fracción XII.- La construcción de desarrollos turísticos y ecoturísticos, estatales, municipales o privados;

Fracción XV.- Las obras o actividades que se realicen en el entorno o dentro de cenotes, grutas o cuevas.

Texto que por la notable incidencia de este tipo de cuerpos de agua dentro de los predios involucrados en el presente Manifiesto de Impacto Ambiental, es plenamente reconocido por este proyecto.

El presente proyecto es un desarrollo ecoturístico privado que realizará obras y actividades en el entorno de un cuerpo de agua o cenote; de igual forma, el proyecto contempla la perforación de material pétreo para la apertura de túneles en la laja calcárea. Para cumplir lo anteriormente señalado se realiza esta evaluación de impacto ambiental, la cual será sometida a la autoridad estatal.

Como parte del proceso de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, tema al que se dedica el presente manifiesto, está la fase de preparación del sitio, que en este caso consiste en los siguientes pasos: la señalización in situ de las áreas donde será removida la vegetación, la ubicación e identificación de las plantas que serán objeto de rescate y mantenimiento en el vivero hasta su futura reintroducción, para continuar con el desplante y composteo del material maderable y acopio de la capa fértil del suelo y material producto de la nivelación para su reutilización como parte de los trabajos de jardinería.

Artículo 64. El Poder Ejecutivo a través de la Secretaría, procurará la protección, restauración y preservación de los ecosistemas en que se encuentren ubicados en los cenotes, cuevas o grutas, con excepción de los recursos naturales que tutela la autoridad federal, con el objetivo de prevenir su contaminación y propiciar su aprovechamiento racional y sustentable, de conformidad con lo establecido en el reglamento respectivo.

Artículo 65. En las áreas donde existan cenotes, cuevas o grutas, el Poder Ejecutivo a través de la Secretaría deberá:

Señalar los usos adecuados de las áreas donde se localizan;

- Fomentar la investigación científica;
- Establecer mecanismos de coordinación con las autoridades federales o municipales, para el control de la calidad del agua en los cenotes;
- Dictar las medidas ambientales que sean necesarias observar en la construcción de instalaciones y prestación de servicios cuando se lleven a cabo en las áreas en que se encuentren cenotes, cuevas o grutas abiertas al público, y
- Fomentar la participación de la comunidad para el aprovechamiento sustentable de las áreas donde se ubiquen cenotes, cuevas o grutas con potencial cultural y turístico.

Artículo 67. Para realizar cualquier obra o actividad en el entorno de los cenotes, cuevas o grutas o el interior de éstos, se requerirá de la autorización de la Secretaría, además de los correspondientes permisos que deba otorgar las autoridades federales o municipales, el ámbito de la competencia que les corresponda.

El proyecto pretende hacer un uso racional y sustentable de los cenotes, al tratarse de un desarrollo ecoturístico se busca aprovechar la belleza escénica del sitio y conservar estas características evitando su deterioro. En lo que concierne a la calidad del agua, en el sitio se implementará un seguimiento de los parámetros del cuerpo de agua en cuanto a su calidad, se tomarán muestras que serán analizadas periódicamente para asegurar que se cumplan los parámetros recomendados. Se han tomado ya las primeras muestras de calidad de agua en el cenote, las cuales servirán de línea base para asegurar la calidad del recurso.

Artículo 111. La generación de aguas residuales en cualquier actividad susceptible de producir contaminación, conlleva la responsabilidad de su tratamiento previo a su uso, reuso o descarga, de manera que la calidad del agua cumpla con la normatividad aplicable.

Las aguas residuales generadas por el proyecto serán tratadas en una planta de tratamiento de

aguas residuales que para tal efecto se construirá en el sitio del proyecto. Las aguas residuales que se generen en las áreas de servicio, restaurantes, cabañas o cuartos-habitación recibirán el tratamiento y manejo adecuado de acuerdo a la normatividad aplicable.

III.1.10. REGLAMENTO DE LA LEY DE PROTECCIÓN AL AMBIENTE DEL ESTADO DE YUCATÁN:

Ordenamiento que en su artículo 34 fracción XV reitera lo dicho en la Ley antes citada respecto a los desarrollos como proyectos que ameritan el desarrollo de la Manifestación de Impacto Ambiental Correspondiente.

Artículo 93. Las emisiones de cualquier tipo de contaminante de la atmósfera no deberán exceder los niveles máximos permisibles, por tipo de contaminante o por fuentes de contaminación que establezcan en las Normas Oficiales Mexicanas.

Artículo 106. Las emisiones de gases, partículas sólidas y líquidas a la atmósfera, Monóxido de Carbono e hidrocarburos, emitidos por el escape de los vehículos en circulación que utilizan gasolina, diésel o gas L.P. como combustible, así como de los niveles de opacidad del humo proveniente de la combustión de los vehículos automotores a diesel, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisiones establecidas en las Normas Oficiales Mexicanas, tomando en cuenta los valores de concentración máxima permisible de contaminantes para el ser humano.

Para la operación de los vehículos y maquinarias, se reducirán las emisiones a la atmósfera por la realización de mantenimientos periódicos a todos los equipos que se emplearán en las etapas de preparación del sitio y construcción.

Artículo 151. Todas las descargas de aguas residuales domésticas deberán ser vertidas a fosas sépticas o algún sistema de recolección, que cuente con el tratamiento que garantice la reducción de contaminantes del agua residual.

El proyecto en desarrollo contará con un sistema de tratamiento de aguas residuales, para lo cual se instalarán dos plantas, una en complejo Xibalbá 1 y la otra en Xibalbá 2, con las capacidades correspondientes al volumen proyectado de generación de aguas residuales para cada uno.

III.1.11. DECRETO 193/2014 POR EL QUE SE EXPIDE EL REGLAMENTO DE LA LEY DE PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE DEL ESTADO DE YUCATÁN EN MATERIA DE CENOTES, CUEVAS Y GRUTAS

Capítulo III

Construcción de instalaciones en cenotes, cuevas y grutas

Artículo 22. Construcciones cercanas a los cenotes, cuevas o grutas

Las construcciones que se realicen en los terrenos donde se encuentren ubicados cenotes, cuevas o grutas deberán estar a una distancia mínima de cincuenta metros del borde de estos, salvo que otra disposición de este reglamento establezca una distancia mayor.

Las construcciones tendrán las características necesarias para no influir en el entorno natural y deberán tomarse medidas para prevenir la contaminación y proteger el hábitat de las especies del lugar.

Artículo 23. Construcción e instalación de servicios sanitarios

Toda construcción e instalación de servicios sanitarios requerirá de un estudio para verificar la dirección de los flujos subterráneos y definir la ubicación de dichos servicios en sitios que no afecten la calidad del agua de los cenotes, cuevas y grutas.

Los módulos sanitarios deberán contar con la infraestructura necesaria para otorgar el servicio, de acuerdo al estudio de capacidad de carga turística del cenote, cueva o gruta.

Las instalaciones de estos servicios deberán localizarse a una distancia de por lo menos setenta y cinco metros a partir de la boca del cenote, cueva o gruta.

Artículo 24. Tratamiento del agua

Las aguas utilizadas para los servicios sanitarios deberán ser tratadas mediante biodigestores sellados, los cuales estarán situados a una distancia mínima de setenta y cinco metros fuera del radio que comprende la superficie acuática del cenote, cueva o gruta para prevenir su contaminación.

III.1.12. Planes o programas de desarrollo urbano (PDU)

Plan Municipal de Desarrollo del Municipio de Valladolid, Yucatán. 2012 - 2015.

El Ayuntamiento de Valladolid 2012-2105, acordó por unanimidad, la conformación del Consejo de Planeación para el Desarrollo del Municipio (COPLADEMUN), como un organismo plural y técnico, a cargo del diseño, seguimiento y evaluación del Plan Municipal de Desarrollo 2012-2015. Documento en el que se destacan los siguientes temas vinculados con el proyecto:

“Bajo la premisa de escuchar y promover la participación de la sociedad en su conjunto, dentro de sus primeras acciones, organizó una Consulta Ciudadana, que se llevó a cabo, el día 12 de noviembre de 2012, e implementó un foro virtual abierto del 5 al 25 del mismo mes y año, a través del cual se enviaron propuestas en los temas siguientes:

Turismo

Objetivo Específico: Posicionar al Municipio de Valladolid, Pueblo Mágico, y una de las mejores alternativas de visita de los turistas, fortaleciendo la promoción de la identidad, gastronomía, patrimonio y cultura de la zona oriente a través del diseño e implementación del Proyecto Oriente Maya.

Meta: Consolidar a Valladolid, como capital turística y Pueblo Mágico, poniendo en marcha el Proyecto Oriente Maya y cumpliendo las formalidades establecidas en la Ley.

Indicador: Posición a nivel nacional e internacional en materia turística del Municipio y la implementación del Proyecto Oriente Maya en operación con la asociación de los municipios de Cuncunul, Chemax, Chichimilá, Dzitas, Kaua, Tekom, Tinum, Temozón, Tixcacalcupul, Uayma, Chamkon, Chikindzonot, Buctzotz, San Felipe, Río Lagartos, Sucilá, Espita, Cenotillo,

Calotmul, Izamal , Tizimín, con el nuestro; así como el crecimiento de su Infraestructura Turística Municipal.

Estrategia: *Establecer una coordinación de esfuerzos entre los empresarios y los municipios de la zona oriente del Estado, para la implementación del Proyecto Oriente Maya.*

Principios que resultan del todo afines a los objetivos planteados por el Desarrollo Ecoturístico Xibalbá.

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

IV.1 Delimitación del área de estudio

Teniendo como referencia la información oficial publicada la delimitación del área de estudio se visualiza, en este caso, considerando la cuenca y subcuenca hidrológico-forestales donde se ubicará el proyecto, así como aquellos criterios que fueron aplicables para la definición de la unidad de gestión ambiental que alberga al proyecto, en virtud de que para uno y otro caso fueron aplicados criterios ecosistémicos.

El predio pertenece a la Región Hidrológica 32Ba del norte de Yucatán (Programa Hídrico Regional Visión 2030. Región Hidrológico-Administrativa XII Península de Yucatán Edición 2012, SEMARNAT/CONAGUA) la cual tiene una superficie de 14,645.9 km², donde el suelo presenta alta permeabilidad y no existen corrientes superficiales ya que, como consecuencias de las características cársticas de la plataforma yucateca, el agua de lluvia se infiltra inmediatamente en el subsuelo presentando signos de erosión química de gran intensidad, que en ocasiones llega a propiciar desplomes en su techo formando cenotes y grandes cavernas. Región cuya descripción detallada dejamos para el inciso siguiente para evitar repeticiones innecesarias.

IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental

Ante la enormidad de la extensión de la RH32Ba reconocemos como más práctica, para la definición del sistema ambiental al que corresponde el proyecto, a la Unidad de Gestión Ambiental(UGA) 1.2L, llamada Planicie de Chemax, (figura IV.1) ubicada al oriente del estado, (POETY, SEDUMA,2007) misma que presenta una superficie de 1,578.80 km².

A partir de la descripción que esta, se observa que resulta ser prácticamente una réplica a mayor escala del área de estudio, ya que ambas cuentan con aprox. el 60-70% de su superficie dedicado a la actividad agrícola y ganadera, conformada por terrenos llanos de altitud media entre los 20 y 30 msnm, con ligera inclinación de suaves ondulaciones con elevaciones aisladas. Son áreas karsificadas con rasgos de erosión diferencial, donde imperan los suelos Luvisoles, Cambisoles y Calcisoles. La vegetación presente es selva mediana subcaducifolia, con fuertes incursiones de la actividad agricultura tradicional de roza-tumba-quema y pastizales inducidos para la ganadería extensiva. La agricultura tradicional, en cuanto al manejo de la vegetación se refiere y al cultivo de una amplia variedad de maíces locales y otros cultivos asociados a la milpa, es similar a la desarrollada en las otras unidades de paisaje a nivel estatal.

En relación a las comunidades silvestres aquí presentes, estas, al igual que el clima y demás rasgos fisiográficos, presentan una amplia homogeneidad derivado de la ausencia de barreras geográficas y su llana conformación, no presentan elementos únicos característicos, siendo así que aun los elementos biológicos endémicos que aquí pudieran distribuirse son comunes con los que se distribuyen en toda la Unidad de Gestión ambiental referida y aún más allá sobre la amplia llanura kárstica yucateca.

Por su parte las condiciones socioeconómicas imperantes en la localidad, desarrolladas sobre los terrenos y paisajes descritos, también son reflejo de la homogeneidad edafológica, climática y biológica imperante, por lo que a su vez mantienen una amplia similitud, tipo de productividad y sustrato tradicional cultural con las propias de toda la amplia UGA Planicie Chemax que ya de por sí varía en lo mínimo respecto a su vecina al poniente (UGA 1.2.e Sotuta –Valladolid-Calotmul) tan solo en lo referente a la altitud (la primera de entre 10 a 30 msnm y esta de entre 20 a 30 msnm), y de su vecina al oriente (UGA 1.2f. Planicie Chemax oriente) de la que apenas varía en lo relativo a la materia orgánica presente en el suelo, según se deriva del análisis hecho por García-Gil y Sosa-Escalante 2013.

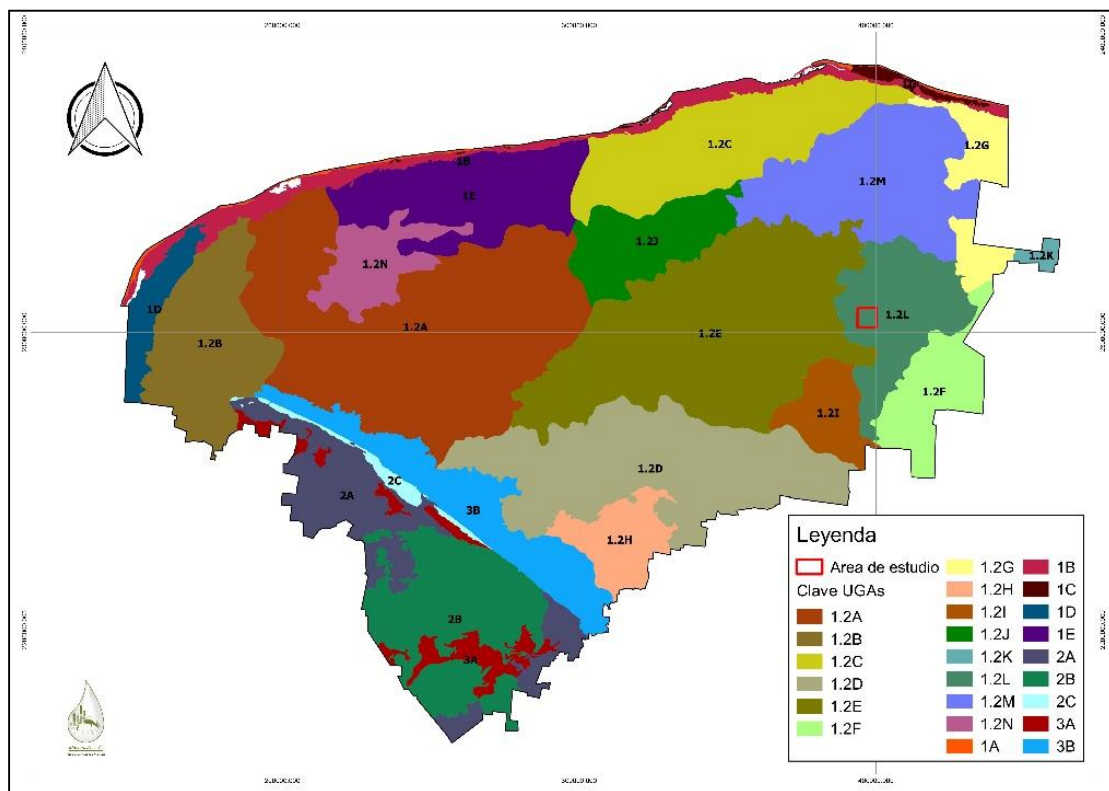


Figura IV.1 Ubicación del área de estudio (cuadrado rojo) en relación a la Unidad de Gestión ambiental 1.2L del POET (SEDUMA, 2007).

Otras variables utilizadas para circunscribir el sistema ambiental en el que se ubica la zona de estudio lo son las propias de los cuerpos de agua, tema sobre el cual, como se verá más adelante y a partir de muestreos directos sobre la calidad del agua, del bentos y de las comunidades animales cavernícolas que las habitan, también mantienen condiciones homogéneas con las imperantes en toda la UGA 1.2I y sus vecinas colindantes.

Considerando lo dicho en el Programa de Ordenamiento Ecológico territorial del Estado, la superficie que corresponde a esta UGA 1.2I (Planicie de Chemax) es compatible con los siguientes

usos del suelo: silvicultura, apicultura, **turismo**, actividades cinegéticas y agro forestería; a la vez que se ve condicionada ante las actividades de porcicultura, asentamientos humanos e industria e incompatible con actividades de extracción de materiales pétreos. Finalmente, la política ambiental asignada a esta corresponden a “aprovechamiento”.

Todo ello resulta afín a los objetivos del proyecto aquí analizado, mismo que, en realidad y dada su naturaleza, se considera mucho más aceptable como escenario deseable a futuro y amigable con el medio ambiente que, por ejemplo, la actividad porcícola o la industrial, las cuales, no obstante se consideran notablemente más lesivas, son permitidas aquí por el POET aun que aparezcan como actividades condicionadas.

a) Dimensiones del proyecto:

Haciendo referencia a lo dicho en el capítulo II el Desarrollo Turístico Xibalbá se compone de 2 grandes polígonos denominados Xibalbá 1 y Xibalbá 2, cada uno de ellos conformado por 4 y 6 predios respectivamente, con la anotación de que las escrituras que amparan su propiedad conforman los anexos 1 y 2, respectivamente.

Estos dos grandes polígonos se ubican A 7 km al noreste del Poblado de Yalcobá (municipio de Valladolid) y a 5 km al sur-suroeste del poblado de Xtut, este último ubicado en la colindancia con el vecino municipio de Temozón, según se observa en la figura I.1.

El primer polígono de este conjunto, el denominado Xibalbá 1, ubicado relativamente más al sureste en la zona de estudio, reúne una sumatoria de 264.54 ha. (Figura II.5) Por lo que respecta al polígono denominado Xibalbá 2, (figura II.6) este se ubica relativamente al noroeste del anterior descrito y está conformado por un total de 6 predios recientemente adquiridos para estos fines (cuyas escrituras conforman el anexo 2); predios que en conjunto suman un total de 205.4 ha. Abarcando en total 469.9 ha

b) Los poblados más cernos al sitio son Yalcobá al suroeste y Xtut Al norte del conjunto de predios descritos.

IV.2.1 Aspectos abióticos

a) Clima

El Clima presente en la región, según la clasificación de Köppen modificado por García (1973), es cálido subhúmedo, con lluvias en verano: “Ax w1”, que representa las condiciones ambientales más húmedas en la península, característica de las zonas con vegetación más desarrollada y diversa (Figura IV.2). La temperatura media es 26.3°C y la oscilación térmica fluctúa entre 5° y 7° C. El promedio anual de precipitación va de 1,138.1 a 1,440.0 mm, con vientos dominantes del sureste durante casi todo el año y del norte durante el invierno. (Flores y Espejel, 1994).

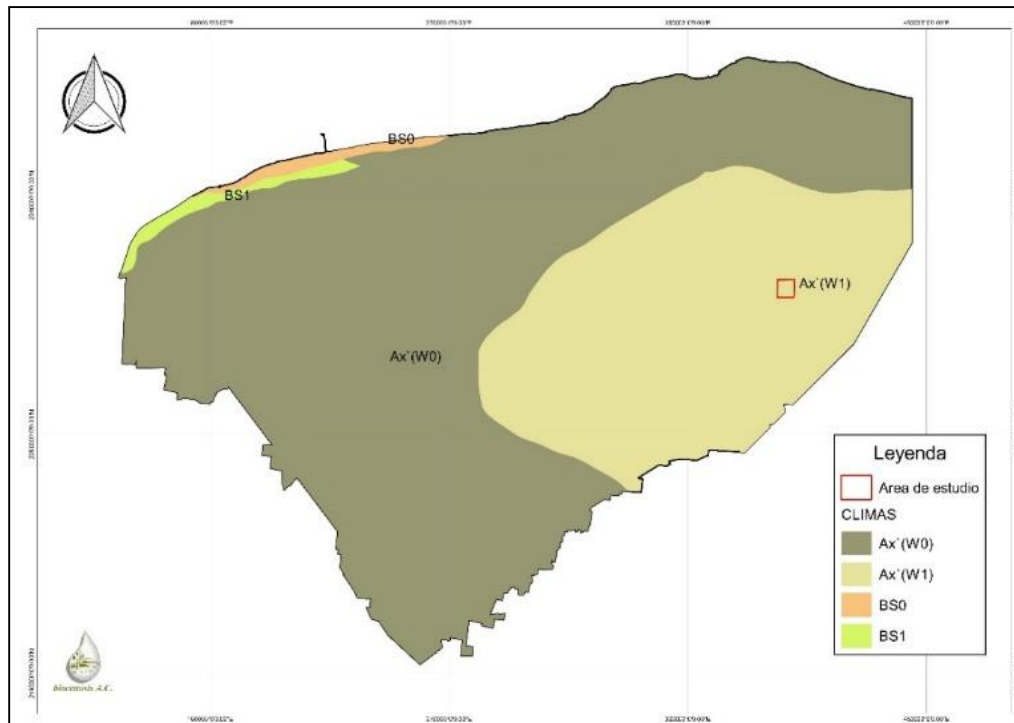


Figura IV.2. Climas de la península de Yucatán Köppen modificado por García (1973) en la cual se hace destacar la ubicación del área de estudio.

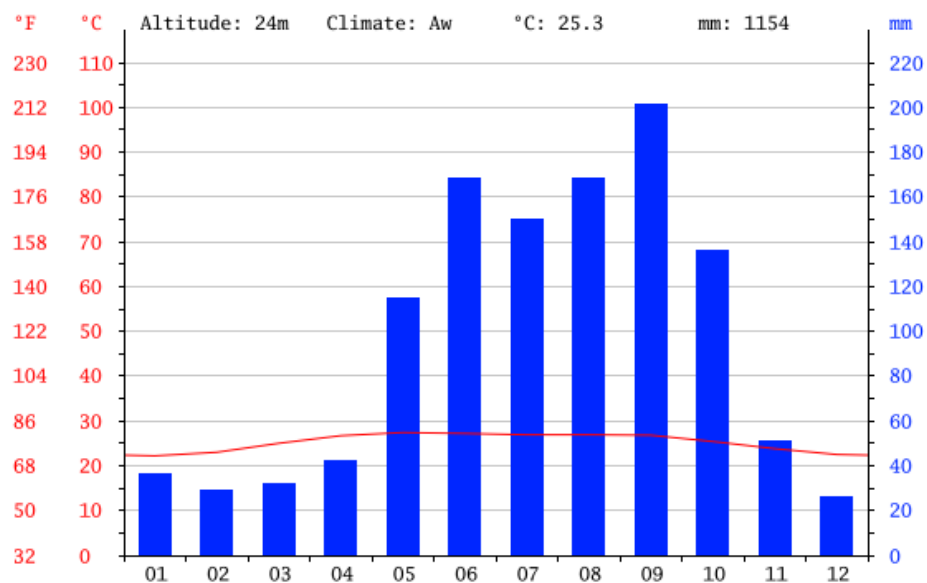


Figura IV.2.a Muestra el climatograma obtenido del análisis de precipitación frente a la temperatura promedio anual. Fuente Sistema Meteorológico Nacional CONANGUA 2015

- Fenómenos climatológicos (nortes, tormentas tropicales y huracanes, entre otros eventos extremos).

El Atlas Climatológico de Ciclones Tropicales de México (CENAPRED, 2002) en su página 50 muestra el número de tormentas tropicales que han ocurrido en el Océano Atlántico en el periodo 1851-2000 y enfatiza en la existencia de un corredor entre la Península de Yucatán y Cuba por el que han corrido numerosos ciclones que se conducen hasta los estado de Louisiana y Texas en los EUA., y Resume diciendo que en la Península de Yucatán han incidido 20 ciclones tropicales en los últimos 150 años. Donde si bien la temporada de ciclones se establece entre 1° de junio al 30 de noviembre la mayoría inciden en el periodo Julio – septiembre. De esta forma, aunque se consideran eventuales, algunos de estos ciclones han significado grandes afectaciones, particularmente en la costa del estado de Quintana Roo, entre los que destacan Gilberto en 1988, e Isidoro en 2002.

En la localidad que nos ocupa, ubicada al centro noreste de la península y a casi 100 km tanto de la costas norte y como de la costa oriental de la misma, tanto la incidencia y como los efectos de estos fenómenos ha sido siempre infinitamente menor que en sus litorales.

La lejanía de las costas, su topografía llana y pedregosa (que elimina la posibilidad de deslaves), así como la porosidad del terreno son factores que disminuyen los efectos devastadores de estos fenómenos.

b) Geología y geomorfología

En el estado de Yucatán la roca sedimentaria cubre 95.8% de su territorio y sólo 4.2% es de suelo. La roca sedimentaria del Periodo Terciario abarca 82.6%, se localiza en todo el estado excepto en su parte norte; donde aflora la roca sedimentaria del Cuaternario con 13.2% y paralelamente a la línea de costa. Toda la superficie estatal queda comprendida en la Era del Cenozoico con una edad aproximada de 63 millones de años.

El estado presenta poca cantidad de afloramientos, debido al material de caliche reciente, producto de la transformación de las calizas o consolidación de material suelto, que cubren en mayor parte a la península, comúnmente alcanza un espesor de 2 a 10 metros y forma indiscriminadamente sobre casi todas las rocas del subsuelo ya sea del Eoceno, Oligoceno o Mioceno-Plioceno.

El área que alberga al presente trabajo corresponde a la denominada unidad geomórfica Planicie Estructural (figura IV.3), misma que resulta en una planicie de escasa altitud que en general alcanza entre los 10 a 20 m sobre el nivel medio del mar) con hondonadas incipientes y montículos. Sin embargo, también abarca en su porción extrema occidental una geoforma de planicie estructural a altura media (20-70 msnm) con hondonadas someras y profundas (figura IV.4). Por lo que a la altitud se refiere, esta disminuye en el área de estudio conforme se avanza hacia el este y hacia el norte, en zonas más jóvenes de la Península.

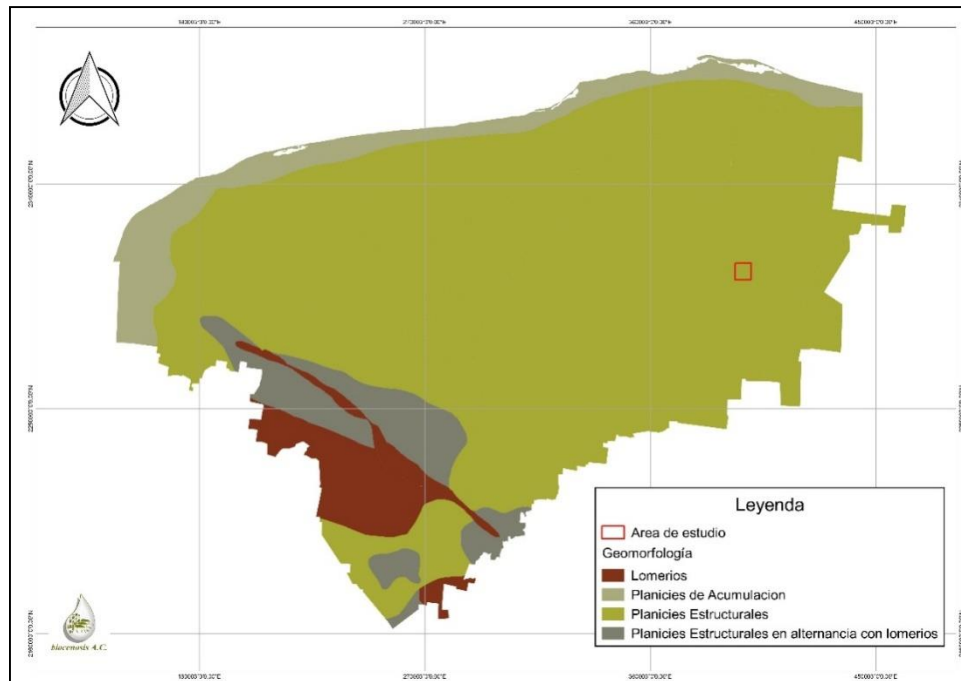


Figura IV.3. Unidades geomórficas del estado de Yucatán, donde se hace destacar la ubicación del área de estudio (POETY, 2007).

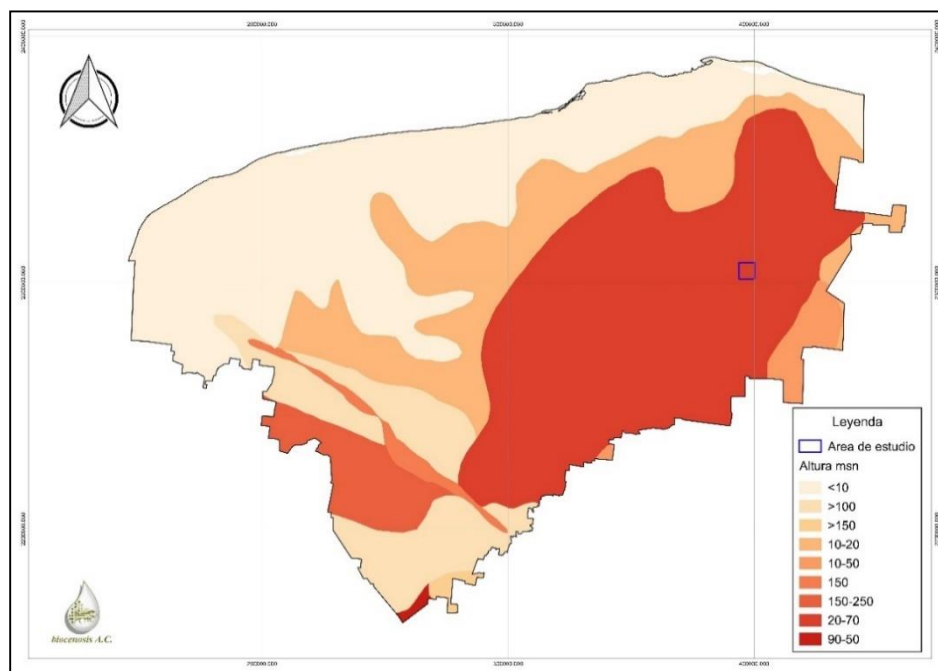


Figura IV.4. Donde se hace destacar que el área de estudio se ubica en una zona de altitud media que oscila entre los 20 y 70 msnm (POETY, 2007).

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

Según el Atlas de Procesos Territoriales de Yucatán (1999), no existen fallas ni fracturas de relevancia en el predio bajo estudio. Considerando las características descritas sobre la conformación calcárea, este tipo de material es soluble al agua y se encuentra enriquecido con ácido carbónico, por lo que se favorece la formación de cavidades subterráneas que conllevan a los hundimientos del terreno y con ello a la configuración del paisaje, mismo que se constituye en una de planicie ondulada con promontorios y hondonadas (Duch, 1988).

Es importante aclarar que esta zona no presenta susceptibilidad a sismicidad, derrumbes ni inundaciones, lo que resulta de gran relevancia para fines del presente proyecto; tampoco se presentan deslizamientos, derrumbes o actividades volcánicas, ya que el área se localiza dentro de una zona denominada asísmica. Las inundaciones no se consideran un riesgo debido a la alta permeabilidad del suelo, siendo, en su caso, temporales y vinculadas con eventos climáticos extraordinarios.

El sitio donde se ubica el proyecto se encuentra en la Región A, la zona de menor actividad sísmica según la clasificación del Manual de Diseño de Obras Civiles publicado por la Comisión Federal de Electricidad. De igual forma, el suelo que corresponde al sitio de la obra, es TIPO 1, es decir, en terreno firme (figura IV.5).

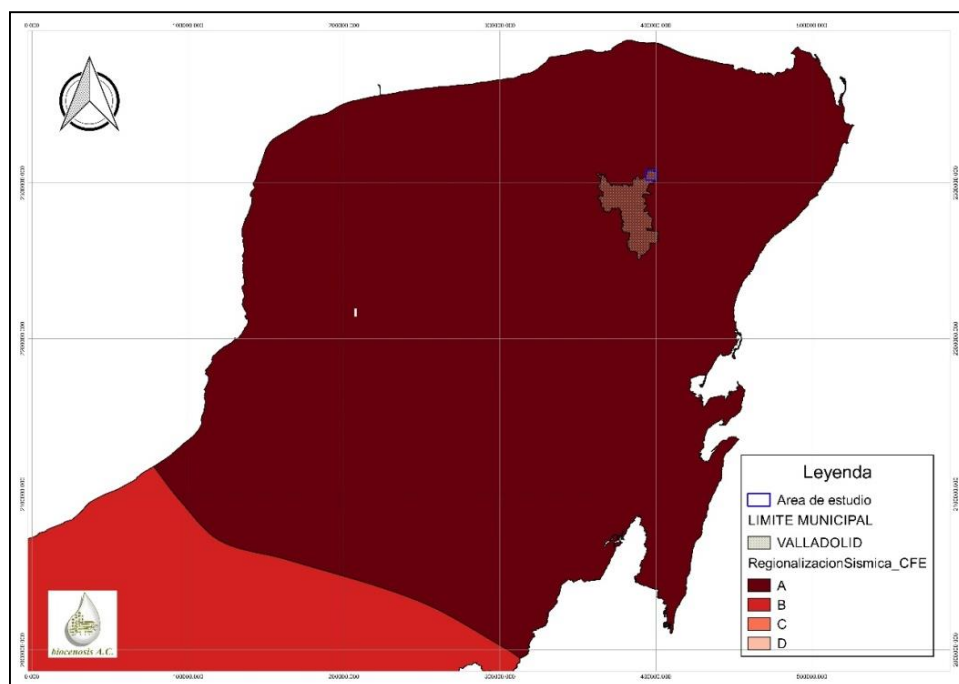


Figura IV.5. Ilustra que el área de estudio se encuentra en la zona de menor actividad sísmica, en la Región A, según la clasificación del Manual de Diseño de Obras Civiles publicado por la Comisión Federal de Electricidad y corresponde al Tipo 1, es decir, en terreno firme.

c) 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; por su textura franca o de migajón arcilloso en el estrato más superficial y en general por la ausencia del horizonte C en la mayoría de los casos. Se presentan un conjunto de suelos entre los cuales están presentes las rendzinas, litosoles, luvisoles, solonchaks, cambisoles, regosoles, vertisoles, nitosoles, histosoles y gleysoles; en términos de extensión superficial, se aprecia la amplia predominancia de los tres primeros sobre los restantes. El tipo de suelo registrado en el área del proyecto es de tipo Rendzina (figura IV.6) que se distinguen por tener una profundidad menor a los 25 cm. Son suelos fértiles y arcillosos.

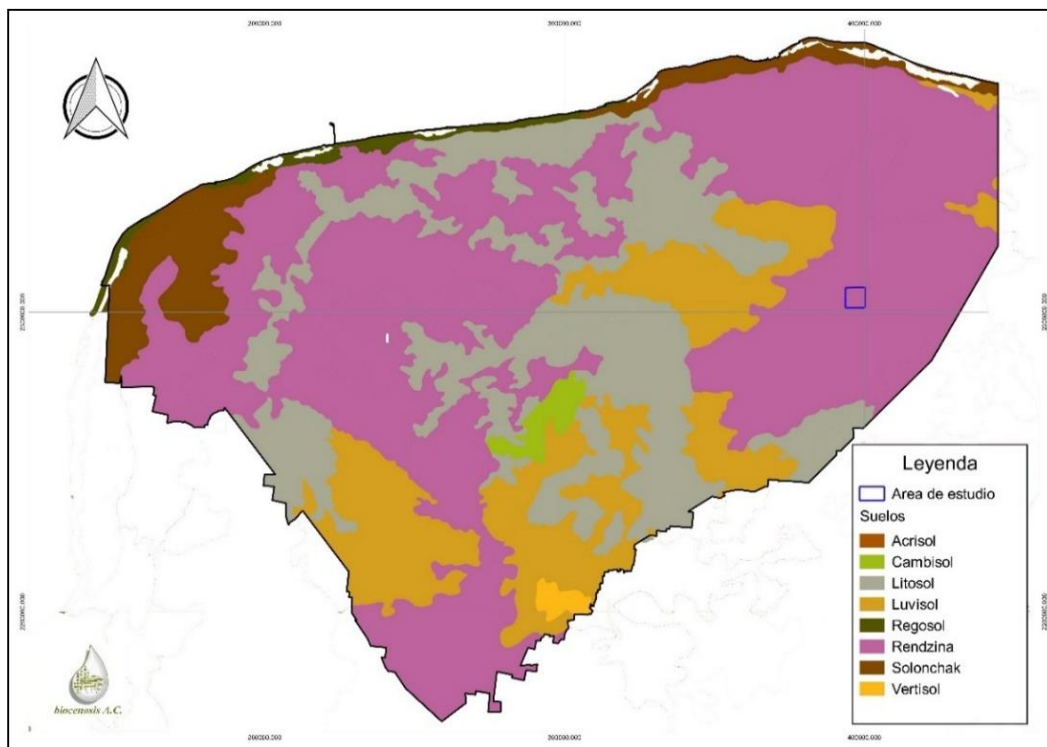


Figura IV.6. El tipo de suelo registrado en el área del proyecto es de tipo Rendzina que se distingue por ser fértil y arcilloso y una profundidad menor a los 25 cm.

Erosión del suelo

Por lo que respecta a la erosión del suelo, el área de afectación será un porcentaje reducido en relación al área total vinculada con el proyecto y será temporal, siendo solo sobre las reducidas superficies de los desplantes de las estructuras, que pudieran sufrir un incremento en la erosión del suelo. Sin embargo, considerando el fuerte impulso previsto para los programas de restauración y reforestación, se asegura será regenerada la cobertura vegetal del total del terreno,

abarcando con ello no solo una proporción mayor a las afectadas por el despalme y construcción de las estructuras, sino incluyendo con énfasis todas aquellas amplias áreas antes utilizadas como sustrato de las actividades agropecuarias en la localidad.

MODELO DE LA ECUACIÓN UNIVERSAL DE PERDIDA DE SUELOS REVISADO (RUSLE).

Como fue descrito por Mannaerts (1999), este modelo **RUSLE** puede ser usado apropiadamente para:

- Predecir pérdida de suelo promedio a largo plazo de condiciones de campo específicas, usando un sistema específico de manejo.
- Para predecir erosión entre surcos y en surcos, en pastos, cultivos y sitios en construcción.
- La pérdida de suelo calculado por el modelo, es la cantidad de sedimento perdido por el perfil, no la cantidad de sedimento que deja la cuenca o el terreno.
- El perfil del paisaje es definido por una longitud de la pendiente, la cual es la longitud del origen del flujo superficial hasta el punto donde el flujo alcanza una mayor concentración o una mayor área de deposición como en las pendientes cóncavas y cerca de los límites del terreno.
- Para estimar las tasas de erosión que son removidas del suelo, de partes críticas del paisaje y que guían a la elección de las prácticas de control de la erosión hasta un nivel de pérdida de suelo tolerable.

El **RUSLE** tiene la siguiente expresión matemática: (Mannaerts, 1999)

$$A = R * K * LS * C * P$$

Dónde:

A = Pérdida de suelo promedio anual en [t/ha/año]

R = Factor erosividad de las lluvias en [MJ/ha*mm/hr]

K = Factor erodabilidad del suelo en [t/ha.MJ*ha/mm*hr]

LS = Factor topográfico (función de longitud-inclinación-forma de la pendiente), adimensional

C = Factor ordenación de los cultivos (cobertura vegetal), adimensional

P = Factor de prácticas de conservación (conservación de la estructura del suelo), adimensional

1. (Factor R) Erosividad de la lluvia:

Es el potencial erosivo de la lluvia que afecta el proceso de erosión del suelo. La erosión por gotas de lluvia incrementa con la intensidad de la lluvia. Una suave y prolongada lluvia puede tener la misma energía total que una lluvia de corta duración y más intensa.

Cuando la energía se combina con la intensidad de la lluvia, el resultado es un buen predictor del potencial erosivo (**EI**: energía/intensidad). "**EI**" es el valor de la tormenta total por el máximo de intensidad de la tormenta en 30 minutos. El término indica como el desprendimiento de las partículas es combinado con la capacidad de transporte.

La suma de los promedios anuales de "**EI**" para una localidad en particular es el "**Índice de Erosividad de la lluvia**" **R**:

$$R = \sum(EI_{30}) / N$$

Dónde:

R = Erosividad anual (tal como las unidades de EI30)

$(EI/30)_i = EI30$ para tormenta I

N = Tormentas erosivas (ej. $P > 10$ mm) en un periodo de N años.

Por tanto, la energía de la tormenta (EI o R) indica el volumen de lluvia y escurrimiento, pero una larga y suave lluvia puede tener el mismo valor de E que una lluvia de corta y más alta intensidad.

(Mannaerts, 1999)

Se calcula en base a la fórmula de Brown y Foster citados por Mannaerts (1999)

$$E = 0.29 * (1 - 0.72 * \exp(-0.5 (I)))$$

Dónde:

E = Energía cinética de 1 mm de lluvia [MJ/ha*mm]

I = Intensidad de lluvia en [mm/hr]

La determinación de la intensidad de precipitación, se realiza con base a la distribución de Gumbel, para cada una de las estaciones meteorológicas.

Clase	R (MJ/ha*mm/hr)
Muy baja	<500
Baja	500-1000
Mediana	1000-3000
Alta	3000-6000
Muy alta	>6000

Clasificación de rangos típicos de R anual

2. Erodabilidad del suelo (Factor K)

Es una compleja propiedad a la que se entiende como la facilidad con la cual el suelo es desprendido por el salpicamiento, durante una lluvia o por flujo superficial. Esta propiedad del suelo está relacionada al efecto integrado de la lluvia, escurrimiento e infiltración.

Los suelos generalmente llegan a ser menos erosivos con una reducción en la fracción de limo a pesar del correspondiente incremento de la fracción de arcilla o arena.

El factor K representa el efecto de las propiedades del suelo y de las características del perfil del suelo en la pérdida de suelo. Los valores de K son asignados usando el nomograma de erodabilidad del suelo, que combina el efecto del tamaño de las partículas, %MO, código de la estructura del suelo y la clase de permeabilidad del perfil.

Suelos de textura fina con alto contenido de arcilla tienen bajos valores de K (0.05-0.15), porque ellos son resistentes al desprendimiento.

Suelos de textura gruesa tales como suelos arenosos, tiene valores bajos de K (0.05-0.2), debido al bajo escurrimiento, aunque estos suelos son fácilmente desprendibles.

Suelos de textura mediana (franco limoso) tienen valores de K moderados (0.25-0.4), porque son moderadamente susceptibles al desprendimiento y producen moderados escurrimientos. (Mannaerts, 1999)

El factor de erodabilidad del suelo se calcula con la ecuación del nomograma de Wischmeier citado por Mannaerts (1999):

$$K = (1/7.594) * [(2.1 * 10^{-4} * (12 - OM)M^{1.14} + 3.25(S - 2) + P - 3)] / 100$$

Dónde:

K = Factor de erodabilidad del suelo [t./ha.MJ*ha/mm*hr]

OM = Materia orgánica [%]

S = Código de la estructura del suelo

P = Código de permeabilidad

M = Producto de las fracciones del tamaño de las partículas primarias ó (% limo + % arena muy fina)*(100 - % arcilla)

A continuación se presenta la tabla con los datos de agua del suelo para las clases principales de textura de suelo: (Mannaerts, 1999)

Textura clase	Permeabilidad código	Conductividad hidráulica saturada [mm/hr]	SCS Grupo Hidrológico de suelo
Arcilla, franco arcilloso	6	<1	D
Arcillo arenoso, franco arcillo - limoso	5	1-2	C-D
Franco arcillo arenoso, franco arcilloso	4	2-5	C
Franco limoso,	3	5-10	B
Areno franco arenoso.	2	10-60	A
Arena	1	>60	A

Códigos de permeabilidad y estructura del suelo en función de su textura

3. Factor topográfico (factor LS): L (longitud de la pendiente), S (inclinación de la pendiente)

3.1 Longitud de pendiente (L)

La longitud de pendiente es definida como la distancia horizontal desde el origen de un flujo hasta el punto, donde:

- Ø El gradiente de la pendiente reduce lo suficiente para que la deposición comience.
- Ø El escurrimiento llega a ser concentrado en un canal definido.

Para su cálculo se utiliza la fórmula (Mannaerts, 1999):

$$L = (\lambda/72.6)^m$$

Dónde:

L = Factor de longitud de pendiente

λ = Longitud de la pendiente [pies]

m = Exponente de la longitud de la pendiente

72.6 = Longitud de parcela unitaria RUSLE

La longitud de pendiente λ , es la proyección horizontal, no la distancia paralela a la superficie del suelo.

El exponente de longitud de pendiente m , determina la relación entre erosión en surcos (causada por flujo) y erosión entresurcos (causado por impacto de gotas de lluvia), puede ser calculado con la siguiente ecuación:

$$m = 0.1342 * \ln(\theta) + 0.192$$

Dónde:

m = Exponente de la longitud de la pendiente

θ = Angulo de pendiente [%]

3.2 Inclinación de la pendiente (S)

El factor de inclinación de la pendiente refleja la influencia de la gradiente de la pendiente en la erosión. El potencial de erosión se incrementa con la inclinación de la pendiente.

Para pendientes con longitudes mayores a 5 m se debe usar las siguientes ecuaciones:

$$S = 10.8 * \sin \theta + 0.03 \quad \text{Cuando } S < 9\%$$

$$S = 16.8 * \sin \theta - 0.5 \quad \text{Cuando } S \geq 9\%$$

Dónde:

S = Factor de inclinación de pendiente

S = Inclinación de pendiente [%]

θ = Angulo de pendiente [°]

4. Factor de manejo de cobertura (C)

El factor C es usado para reflejar el efecto de las labores de cultivo y prácticas de manejo en las tasas de erosión. Este factor mide como el potencial de pérdida de suelo será distribuido en el tiempo durante la construcción de actividades, rotación de cultivos, y otros esquemas de manejo.

El factor C está basado en el concepto de desviación standard, siendo el standard un área bajo condiciones de barbecho con cultivo limpio. El valor de C para condiciones Standard es 1.

Cultivo	Factor C
Suelo desnudo	1
Bosque, matorral denso o cultivo con acolchado	0.001
Sabana o pradera herbácea en buen estado	0.01
Sabana o pradera herbácea sobrepastada	0.1
Maíz o similar intensivo con laboreo	0.7
Maíz o similar intensivo sin laboreo	0.35
Maíz o similar extensivo sin laboreo	0.06
Algodón	0.55
Trigo	0.25
Arroz	0.15
Patata	0.25
Hortícolas	0.33

Ejemplo de factor C para distintos tipos de manejo de cobertura

La relación de pérdida de suelo por vegetación y manejo de residuos de cultivo se calcula en base de 5 subfactores (es decir prácticas parcelarias), como:

$$SLR = PLU * CC * SC * SR * SM$$

Dónde:

SLR = Relación de pérdida de suelo debido a la vegetación, cultivos y prácticas de arado de suelo.

PLU = Subfactor de uso de suelo previo.

CC = Subfactor de cobertura de dosel.

SC = Subfactor de cobertura de la superficie.

SR = Subfactor de rugosidad de la superficie.

SM = Subfactor de humedad del suelo.

Subfactor de uso previo (PLU). - Expresa la influencia de la erosión de suelo de los efectos residuales de la subsuperficie de previos cultivos y el efecto de las prácticas de labrado en la consolidación del suelo.

RUSLE evalúa el efecto de la biomasa subsupeficial (raíces y residuos enterrados en la superficie a 4 pulgadas) para resistir la erosión. Además localiza la descomposición de la biomasa en la superficie y en la subsuperficie, los cuales son calculados para cada periodo.

Subfactor de cobertura de dosel (CC). - Expresa la efectividad de la cobertura del dosel para reducir la energía de la lluvia que golpea la superficie del suelo. Aunque la mayor parte de la

Lluvia eventualmente alcanza la superficie del suelo, la lluvia interceptada por el dosel alcanza la superficie del suelo con menor energía.

Subfactor de cobertura superficial (SC). - RUSLE asigna tasas de descomposición específicas a los residuos basado en la proporción de C:N para el residuo. Además monitorea cuanto residuo es enterrado por cada tipo de labranza y luego ajusta la proporción de descomposición por encima y por debajo del residuo superficial.

Subfactor de rugosidad de la superficie (SR).- Una superficie rugosa tiene muchas depresiones y barreras. Durante un evento de lluvia, estas trampas de sedimento y agua causan superficies rugosas a erodar a bajas tasas que las superficies lisas bajo condiciones similares. La SR está definida por condiciones base por unidad de parcela que está limpio de cultivos, suave y expuesta a lluvia de moderada intensidad.

Subfactor de agotamiento de la humedad del suelo (SM). - La humedad antecedente del suelo tiene una influencia substancial en la infiltración y el escurrimiento y así de este modo en la erosión del suelo. La humedad del suelo es usualmente alta durante el estadio de cultivos susceptibles en primavera y al principio del verano cuando la mayor parte de la erosión ocurre. Un factor de agotamiento de la humedad del suelo, está incluido en el RUSLE, que toma en cuenta el efecto de la humedad del suelo en la erosión.

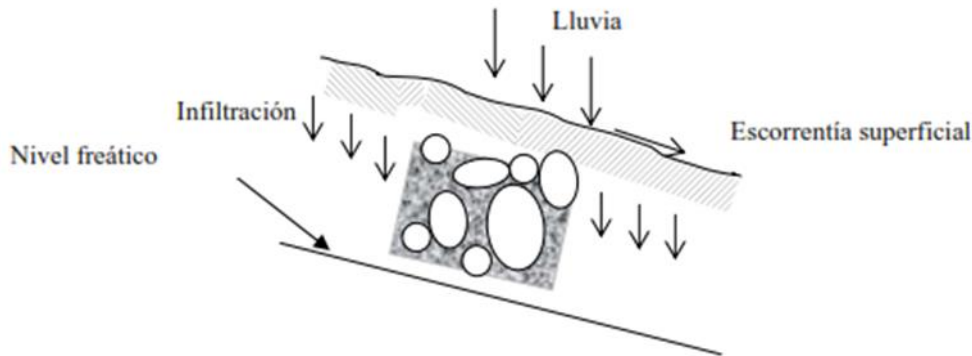
Prácticas y obras de conservación de suelos que se pueden establecer en el área del PROYECTO:

- Sistema de zanja bordo
- Zanja derivadora de esorrentía
- Acomodo de material vegetal muerto

Infiltración

Infiltración es el proceso por el cual el agua superficial se introduce en las capas internas del suelo debido básicamente a las fuerzas gravitatorias, aunque también intervienen fuerzas de tipo capilar, así como otras de naturaleza más compleja.

La infiltración depende de las características del suelo, permeabilidad y estado de humeado del mismo, las características de la cubierta vegetal, la intensidad y duración de la lluvia, el estado de la superficie del suelo, etc.



El agua precipitada sobre la superficie de la tierra, queda detenida, se evapora, discurre por ella o penetra hacia el interior. Se define como infiltración al paso del agua de la superficie hacia el interior del suelo. Es un proceso que depende fundamentalmente del agua disponible a infiltrar, la naturaleza del suelo, el estado de la superficie y las cantidades de agua y aire inicialmente presentes en su interior. A medida que el agua infiltra desde la superficie, las capas superiores del suelo se van humedeciendo de arriba hacia abajo, alterando gradualmente su humedad. En cuanto al aporte de agua, el perfil de humedad tiende a la saturación en toda la profundidad, siendo la superficie el primer nivel a saturar. Normalmente la infiltración proveniente de precipitaciones naturales no es capaz de saturar todo el suelo, sólo satura las capas más cercanas a la superficie, conformando un perfil típico donde el valor de humedad decrece con la profundidad.

Infiltración



Precipitación - Evapotranspiración - Escurrimiento

CAPACIDAD DE INFILTRACIÓN Y TASA DE INFILTRACIÓN

El concepto de capacidad de infiltración es aplicado al estudio de la infiltración para diferenciar el potencial que el suelo tiene de absorber agua a través de su superficie, en términos de lámina de tiempo, de la tasa real de infiltración que se produce cuando hay disponibilidad de agua para penetrar en el suelo. Una curva de tasas reales de infiltración solamente coincide con la curva de las capacidades de infiltración de un suelo cuando el aporte superficial de agua, proveniente de la precipitación y de escurrimientos superficiales de otras áreas, tiene una intensidad superior o igual a la capacidad de infiltración. Cuando cesa la infiltración, parte del agua en el interior del suelo se propaga a las capas más profundas y una parte es transferida a la atmósfera por evaporación directa o por evapotranspiración. Ese proceso hace que el suelo vaya recuperando su capacidad de infiltración, tendiendo a un límite superior a medida que las capas superiores del suelo van perdiendo humedad. Si la precipitación presenta una intensidad menor a la capacidad de infiltración, toda el agua penetra el suelo, provocando una progresiva disminución de su capacidad de infiltración, ya que el suelo se está humedeciendo. Si la precipitación continúa, puede ocurrir, dependiendo de su intensidad, un momento en que la capacidad de infiltración disminuye tanto que su intensidad se iguala a la de la precipitación. A partir de ese momento, manteniéndose la

precipitación, la infiltración real iguala a la capacidad de infiltración, que pasa a decrecer exponencialmente en el tiempo tendiendo a un valor mínimo. La parte no infiltrada de la precipitación escurre superficialmente hacia áreas más bajas, pudiendo infiltrar nuevamente, si hubiera condiciones.

Tabla 3.1. Valores promedio de infiltración

Tipo de suelo	Capacidad de Infiltración (mm/h)
Arena	50
Limo arenoso	25
Limo arcilloso	12

Humedad del suelo

La humedad del suelo puede ser expresada en base a la masa o volumen de agua. La humedad que tiene como referencia la masa (humedad gravimétrica) es definida como la relación entre la masa de agua y la masa de suelo.

$$w = \frac{m_a}{m_t}$$

La humedad volumétrica es definida como la relación entre el volumen de agua y el volumen total.

$$\theta = \frac{V_a}{V_t}$$

Las humedades gravimétrica y volumétrica pueden relacionarse con la ecuación:

$$\theta = w \frac{d_s}{d_a}$$

Donde:

d_s = densidad del suelo

d_a = densidad del agua.

Siendo:

$$d_s = \frac{m_t}{V_t}$$

$$d_a = \frac{m_a}{V_a}$$

ECUACIÓN GENERAL DE INFILTRACIÓN

La ecuación general considera flujo de agua en medio no saturado. Este tipo de flujo puede describirse con la ecuación de Darcy, originalmente desarrollada para suelos saturados:

$$q = K \text{ grad } h \quad [L^2 T^{-1}]$$

Donde:

q = velocidad de Darcy $[L^2 T^{-1}]$

K = conductividad hidráulica del suelo $[LT]$

h = carga piezométrica $[L]$

Como medir la Captación

Métodos directos:

Valora la cantidad de agua infiltrada sobre una superficie.

- 1.- Lisímetro
- 2.- Simuladores de lluvia
- 3.- Infiltrómetros

Métodos indirectos:

Determinan la capacidad de infiltración considerando una superficie de suelo con datos precisos de precipitación, evapotranspiración y escurrimiento.

$$\text{Infiltración} = P - ETR - Ve$$

Donde:

P = precipitación

ETR = evapotranspiración

Ve = volumen de escurrimiento

d) Hidrología.

Como fuera dicho antes, el área de estudio queda comprendida dentro de la Región Hidrológica, Yucatán Norte (RH32: figura IV.7), 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. La excesiva permeabilidad y la falta de desniveles orográficos impiden la formación de corrientes superficiales de importancia y la ausencia de una red hidrográfica superficial dificulta el delimitar cuencas y subcuencas en esta Región Hidrológica que abarca una superficie de 56,172 km². No existen embalses ni cuerpos de agua superficiales en el sitio de estudio. La ausencia de escurrimientos superficiales en el Estado de Yucatán se compensa con los abundantes depósitos de agua subterránea.

La economía hídrica en la Plataforma Yucateca es eminentemente subterránea. Del agua meteórica que recibe anualmente la entidad, alrededor del 90% se infiltra a través de las 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. El agua que se encuentra en el subsuelo circula a través de las fracturas y conductos de disolución (conductos

cársticos) que están a diferentes profundidades en el manto freático. Debido a que no existen otras fuentes de agua en la región, es el agua subterránea la que se utiliza para todos los fines.

El sistema hidrológico subterráneo se encuentra conformado por tres mantos freáticos a diferentes profundidades y con características muy particulares. La primera es la zona de agua dulce, que se forma como resultado de la infiltración del agua de lluvia, esta sección del manto acuífero descansa sobre la segunda zona, la de agua salobre, llamada también zona de mezcla o interface salina, y por último, se encuentra la tercera zona, la de agua salada a profundidad.

El acuífero miocénico es el que predomina en la zona del proyecto, en particular la porción conocida como Planicie Interior (ver figura IV.9). Esta unidad geohidrológica es de tipo hidrológico permeable y constituye un acuífero kárstico regional, cuya distribución superficial es la asociación entre la cuenca de la planicie interior y el de las cuencas escalonadas. Aquí el agua subterránea se mueve de las zonas de mayor precipitación, hacia la costa en una dirección norte-noroeste, donde se realiza la descarga natural del acuífero por medio de una serie de manantiales ubicados a lo largo del litoral peninsular. Como ya se ha mencionado, la profundidad del recurso en la zona oscila entre 20 y 25 m.

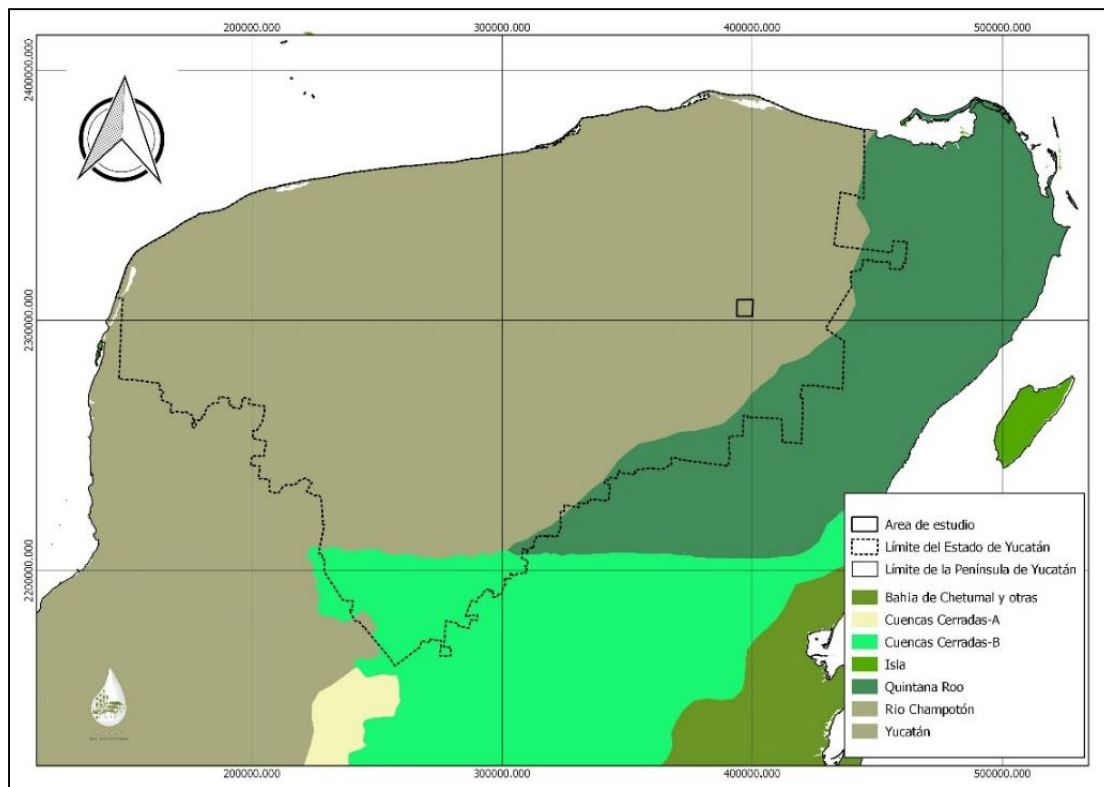


Figura IV.7.Regiones hidrológicas de importancia para la Comisión Nacional del Agua (CNA, 2008).

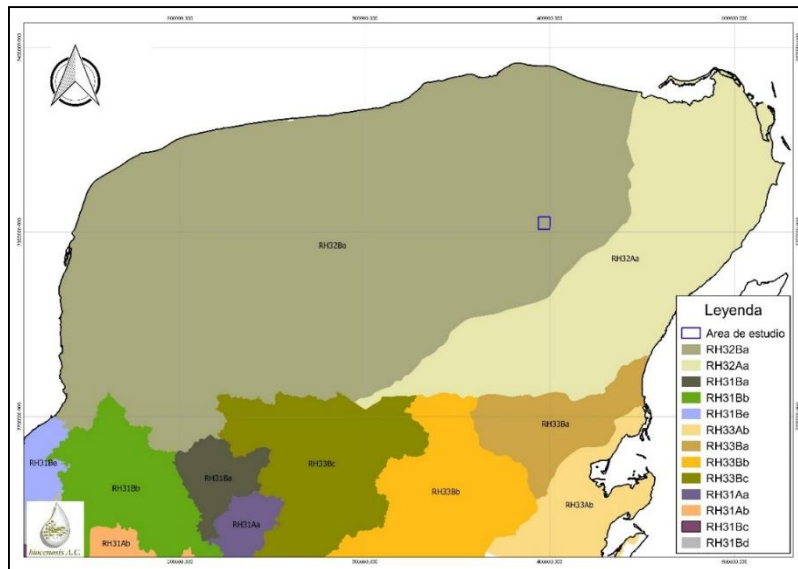


Figura IV.8. Ilustra la ubicación del área de estudio dentro de la Subcuenca hidrológica RH32Ba (CONABIO, 1998).

La citada Unidad geohidrológica Planicie Interior contiene aguas de la familia cálcico-bicarbonatadas de muy buena calidad, para todo uso (CNA, 1997; INEGI, 2002). Las características hidrogeoquímicas del acuífero de Yucatán están controladas por la mezcla del agua marina con el agua subterránea por los procesos de disolución de las rocas carbonatadas y evaporíticas y por la mezcla con el agua pluvial que recarga el acuífero y, en menor escala, pero no de menor importancia, por la contaminación antropogénica. Por otra parte destacan los efectos del agua pluvial sobre dilución del agua subterránea y la disolución de la roca caliza es muy importante sobre todo en los primeros 3 metros de profundidad

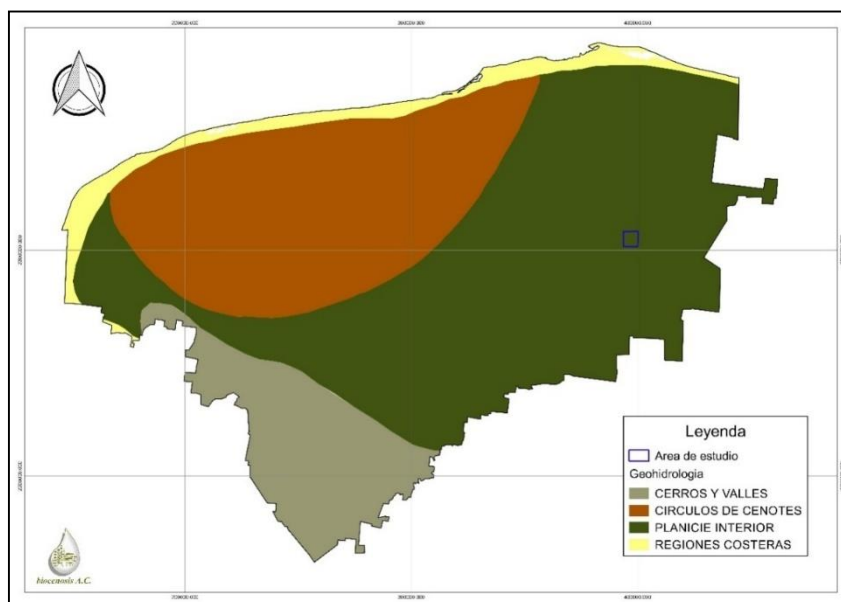


Figura IV.9. Ubica al área de estudio dentro de la unidad geohidrológica Planicie Interior (CNA, 2008).

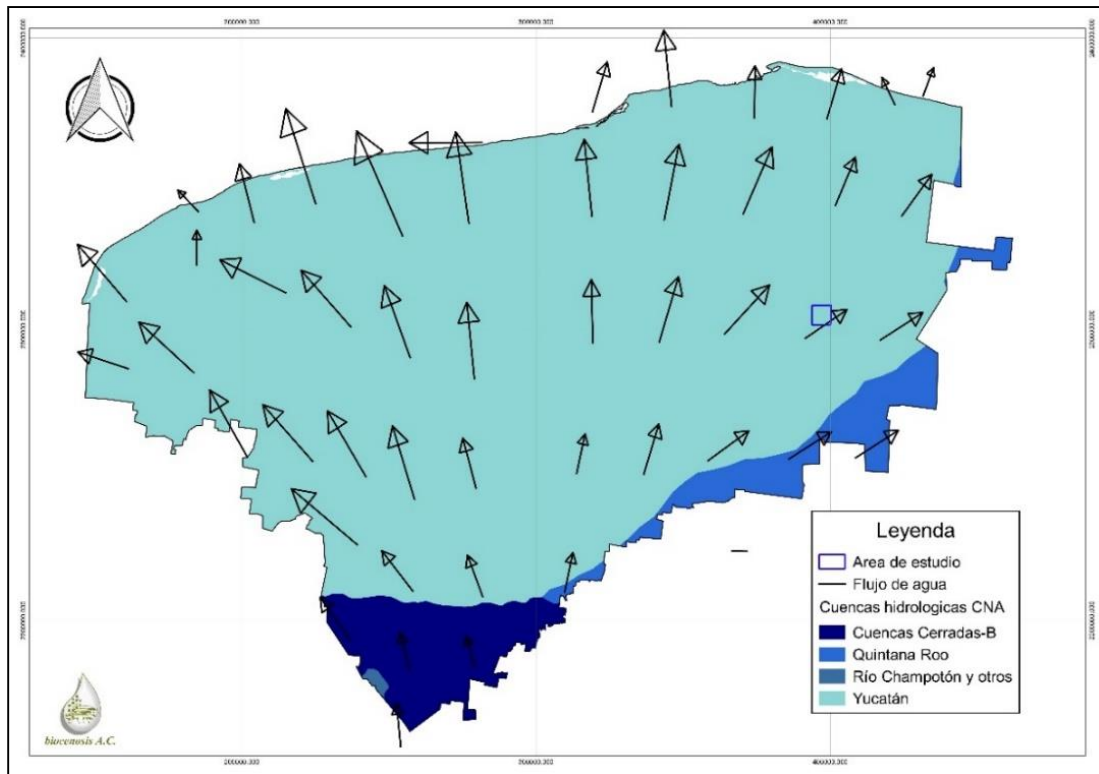


Figura IV.10. Ubica al área de estudio dentro de la gran cuenca denominada Yucatán (CNA, 2008).

A pesar de que el agua subterránea de la zona es de muy buena calidad respecto del resto de la Península, la calidad sanitaria del agua subterránea en los municipios, ha venido siendo deteriorada debido a las infiltraciones de contaminantes provenientes de las actividades agrícolas y pecuarias, así como por el inadecuado e ineficiente tratamiento de aguas sanitarias e industriales que se descargan al manto freático.

Continuando con el análisis de las posibles relaciones entre el área de estudio y las áreas prioritarias destacadas por la CONABIO, en este caso respecto a las Regiones hidrológicas de importancia (Fig. IV.11), se evidencia a su vez la lejanía del área de estudio ante este criterio y así, hasta visualizar las unidades más amplias en las que, en materia de distribución del agua, la CNA divide la Península de Yucatán, según se aprecia en la figura IV.6, en la que se reconoce la ubicación del área de estudio dentro de la RH denominada Yucatán mencionada anteriormente.

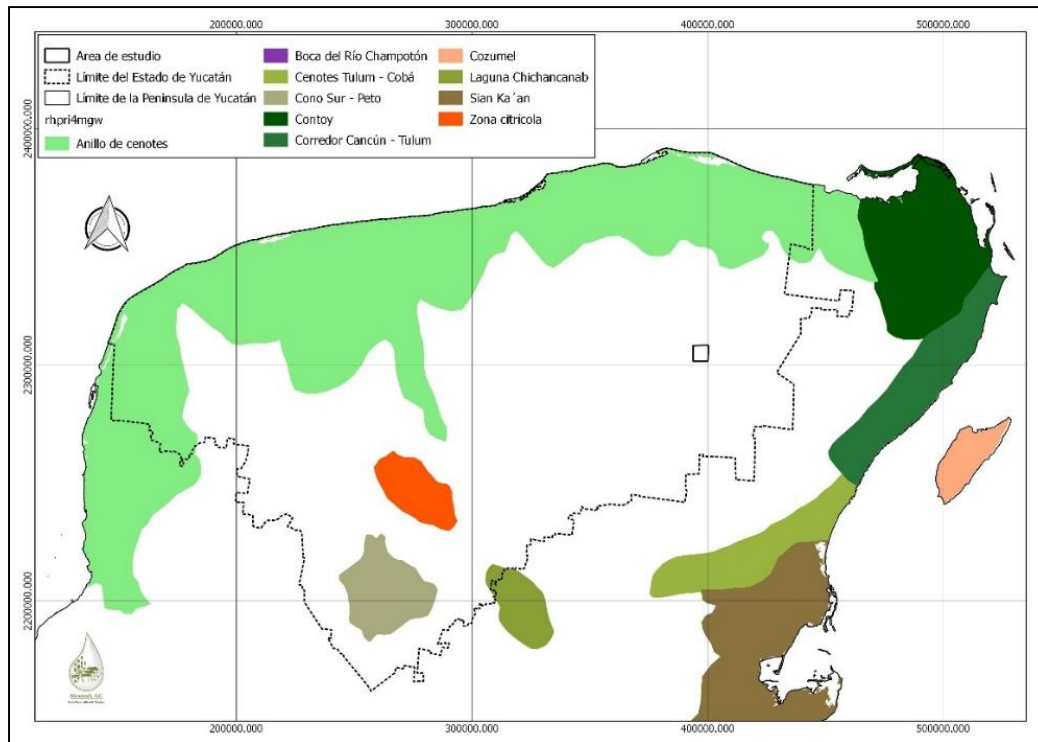


Figura IV.11. Regiones hidrológica de importancia CONABIO (Arriaga y colaboradores, 2002).

- Análisis de la calidad del agua.

En virtud de que la zona de estudio se ubica en una región sometida a añejas explotaciones agropecuarias que pudieran haber afectado la calidad de las aguas subterráneas y derivado de la trascendencia que el proyecto pudiera llegar a tener en materia de afectaciones (positivas y negativas) a la calidad del agua propia de la serie de cenotes que se propone serán incluidos en el circuito de visitación turística relacionado con el proyecto Desarrollo Ecoturístico Xibalbá, se consideró indispensable generar la línea base relativa a diversos parámetros fisicoquímicos propios y característicos de una muestra representativa de la serie de estos cuerpos de agua, mediante los muestreos correspondientes cuyos resultados se presentan a continuación:

Línea base en materia de calidad del agua

La recolección del agua se realizó en 15 cenotes de entre el total de 30 conocidos dentro de los 2 polígonos integrantes del desarrollo objeto de análisis (Figura IV.12, IV.13 y cuadro IV.1). La recolección de las muestras de agua superficial se llevó a cabo entre los días 17 y 18 de noviembre de 2014 y fue obtenida manualmente con una botella tipo Van Dord. Cada muestra de agua fue contenida en envases de PET de 1,000 ml y se mantuvieron a 5°C hasta su posterior análisis en el laboratorio.

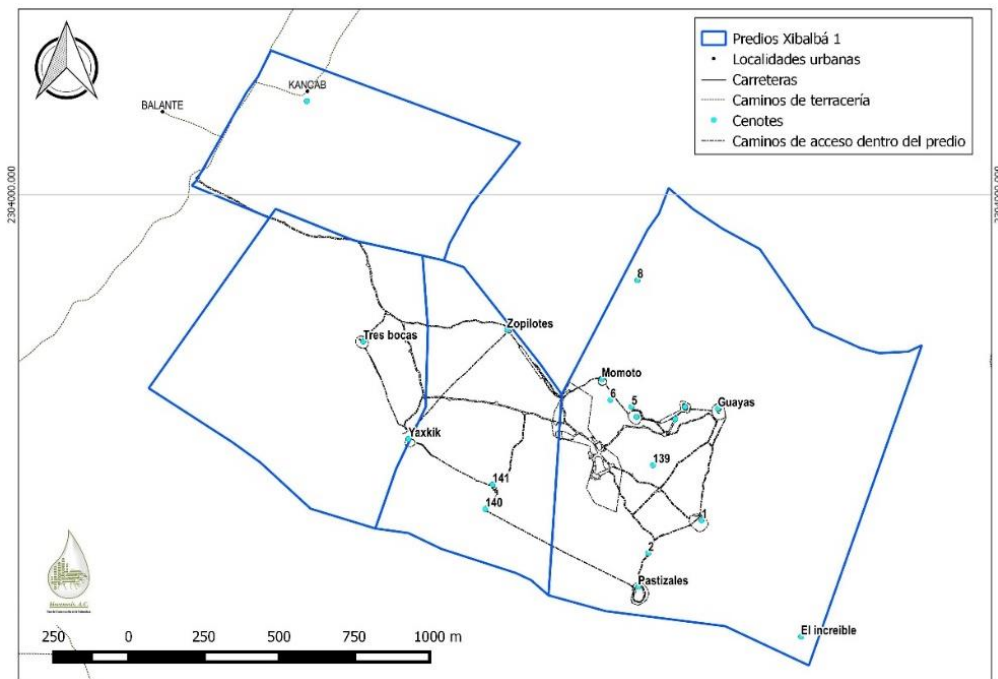


Figura IV.12. Ubicación de los cenotes presentes dentro de los predios que conforman Xibalbá 1.

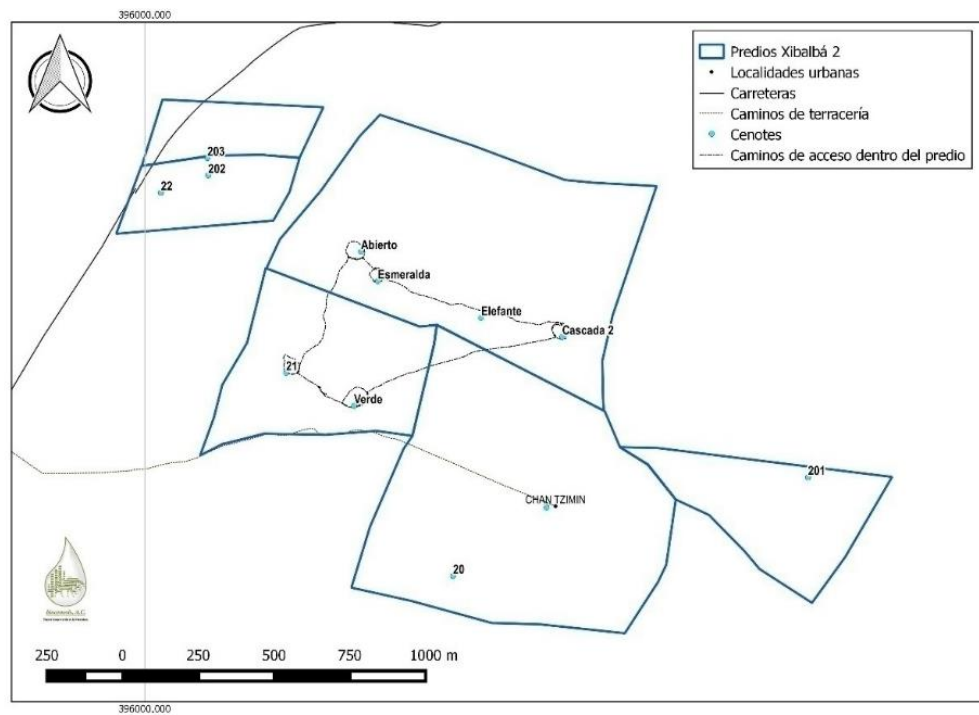


Figura IV.13. Ubicación de los cenotes presentes dentro de los predios que conforman Xibalbá 2.

Cuadro IV.1. Coordenadas de los cenotes de los predios que comprenden el proyecto de Xibalbá. UTM-16N, WGS84.			
Nombre	X	Y	Muestreo de agua
1	399384.05	2302917.28	
2	399206.42	2302807.95	
5	399151.12	2303294.40	
6	399080.92	2303317.22	
8	399170.94	2303715.57	
13	398072.83	2304311.25	
19	397325.55	2305445.54	
20	397016.73	2305219.58	
21	396466.00	2305889.24	
22	396053.00	2306482.00	
139	399222.13	2303101.08	
140	398665.58	2302954.69	
141	398689.44	2303036.31	
201	398187.99	2305544.70	
202	396209.00	2306539.00	
203	396206.40	2306596.29	
Abierto	396713.30	2306288.41	
Cascada 2	397377.25	2306007.32	
El increíble	399713.97	2302530.29	
Elefante	397109.40	2306070.34	
Esmeralda	396768.67	2306190.96	
Guayas	399437.61	2303288.74	
Momoto	399052.09	2303386.59	
Pastizales	399173.21	2302695.55	
Rejollada	399328.66	2303294.57	
Tres bocas	398259.95	2303511.94	
Tres boquitas	399168.09	2303261.37	
Verde	396690.35	2305780.08	
Yaxkik	398410.22	2303188.05	
Zopilotes	398737.95	2303550.31	

Resultados del análisis de Laboratorio

Los análisis del agua fueron realizados por el laboratorio “Q.F.B. MANUEL ARMANDO COMAS BOLIO” acreditado por EMA para los ensayos indicados en el escrito y aprobado por CONAGUA según el documento CNA-GCA-935. La información original derivada de estos muestreos será utilizada adicionalmente como auxiliar en la delimitación del sistema ambiental que se plantea instrumentar y desarrollar a lo largo de la vigencia del proyecto en sus distintas fases (a futuro) que contempla el proyecto.

Se estimaron un total de 11 variables fisicoquímicas del agua, cuyos métodos de prueba son avalados por las distintas normas mexicanas mostradas en el cuadro IV.2.

Cuadro IV.2. Variables fisicoquímicas del agua determinadas en este estudio. Se muestra el método de prueba utilizado y la Norma Mexicana que lo certifica.			
Variables fisicoquímicas		Método de prueba certificado	Norma Mexicana que certifica el método
1	Alcalinidad a la fenolftaleína	Volumétrico	NMX-AA-036-SCFI-2001
2	Alcalinidad total	Volumétrico	NMX-AA-036-SCFI-2001
3	Dureza total	Volumétrico	NMX-AA-036-SCFI-2001
4	Sulfatos	Turbidimétrico	NMX-AA-074-1981
5	Nitritos	Diazotación	NMX-AA-099-SCFI-2006
6	Nitratos	Sulfato de Brucina	NMX-AA-079-SCFI-2001
7	Nitrógeno amoniacal	Kjeldhal	NMX-AA-026-SCFI-2010
8	Coliformes fecales	Filtración por membrana	NMX-AA-102-SCFI-2006
9	Coliformes totales	Filtración por membrana	NMX-AA-102-SCFI-2006
10	Demanda química de oxígeno	Reflujo Cerrado	NMX-AA-030/2-SCFI-2011
11	Fósforo total	Cloruro Estanoso	NMX-AA-029-SCFI-2001

1. Alcalinidad a la Fenolftaleína.

En todas las estaciones que fueron monitoreadas, la concentración de alcalinidad a la fenolftaleína (Fig. IV.14) se encontró por debajo del límite de detección (<2 mg/L como CaCO₃).

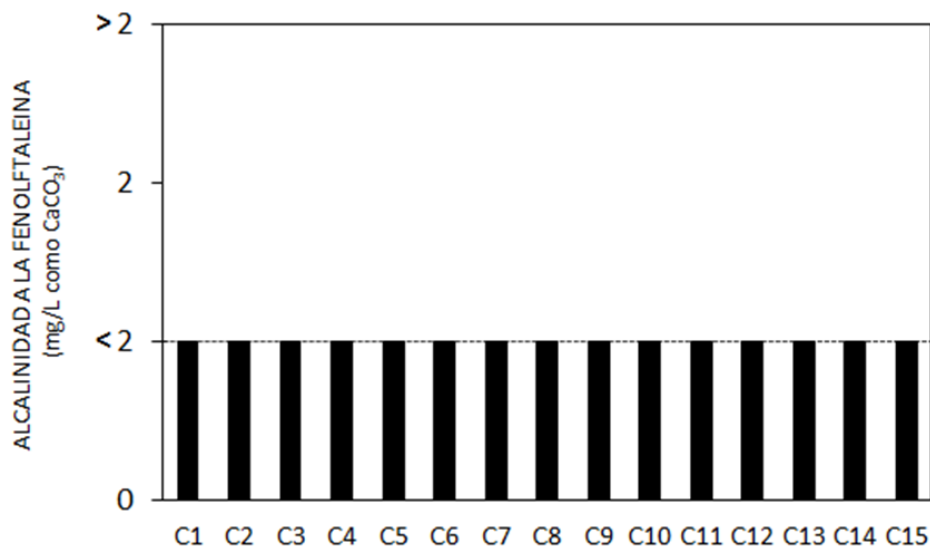


Figura IV.14. Concentración de la alcalinidad a la fenolftaleína determinada en las estaciones monitoreadas. La línea punteada representa el valor límite de detección.

2. Alcalinidad total.

Los análisis del laboratorio mostraron que en las estaciones, la concentración de la alcalinidad total (Fig. IV.15) se mantuvo entre un intervalo de 255.36 a 387.03 mg/L como CaCO₃. Ninguna estación sobrepasó el límite máximo permisible de 400 mg/L (NOM-014-SSA1-1993).

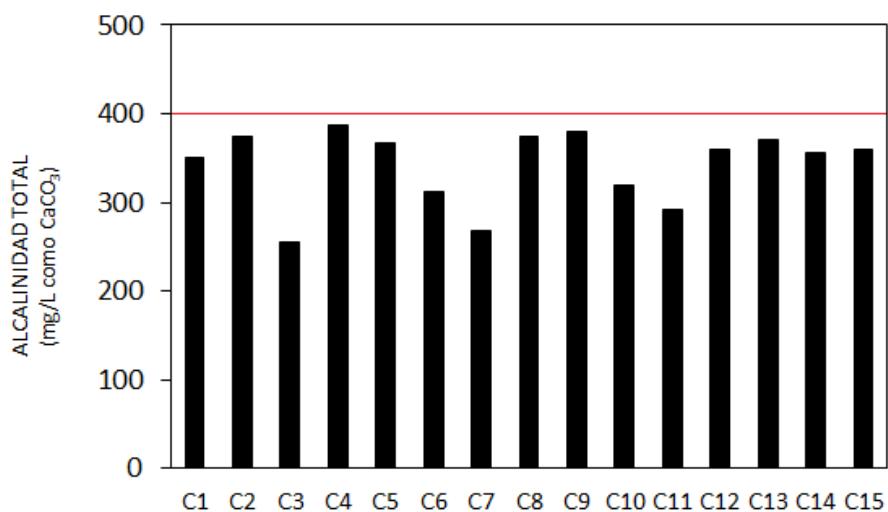


Figura IV.15. Concentración de la alcalinidad total determinada en las estaciones monitoreadas. La línea roja representa la concentración máxima permisible estipulada en la NOM-014-SSA1-1993.

3. Dureza total.

Doce de las 15 estaciones monitoreadas superaron los 300 mg/L como CaCO_3 de dureza total (Fig.IV.16). Dicha concentración es determinada por la NOM-014-SSA1-1993 como la concentración máximo permisible. Únicamente la estaciones C7 tuvo concentraciones dentro de límites permisibles (269.28 y 19.8 mg/L como CaCO_3 respectivamente).

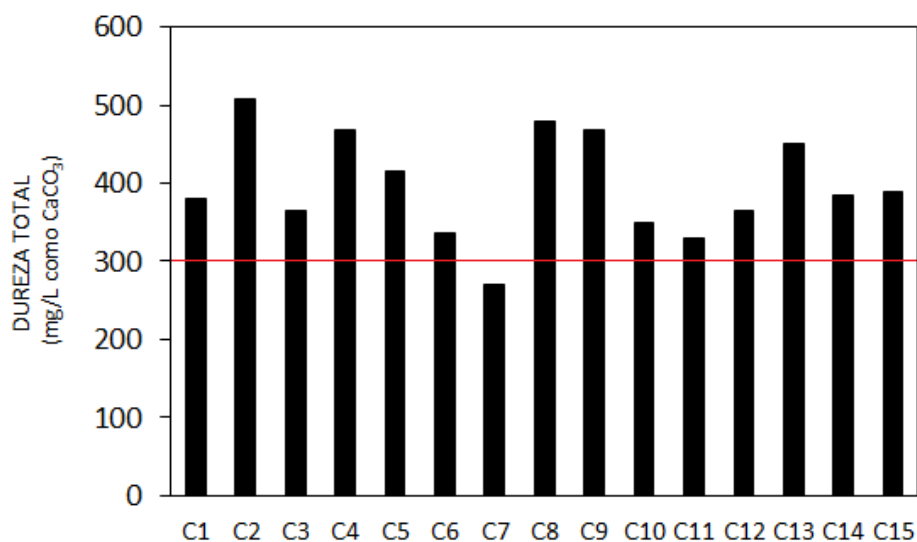


Figura IV.16. Concentración de la dureza total determinada en las estaciones monitoreadas. La línea roja representa la concentración máxima permisible estipulada en la NOM-014-SSA1-1993.

4. Sulfatos.

La concentración de sulfatos en las 15 estaciones (Fig. IV.17), se mantuvieron muy por debajo del límite máximo permitido (250 mg/L). Las estaciones C2, C3, C4, C8, C9 y C13 presentaron concentraciones inferiores a 40 mg/L; mientras que la concentración del resto de las estaciones se encontró por debajo del límite de detección (<5 mg/L).

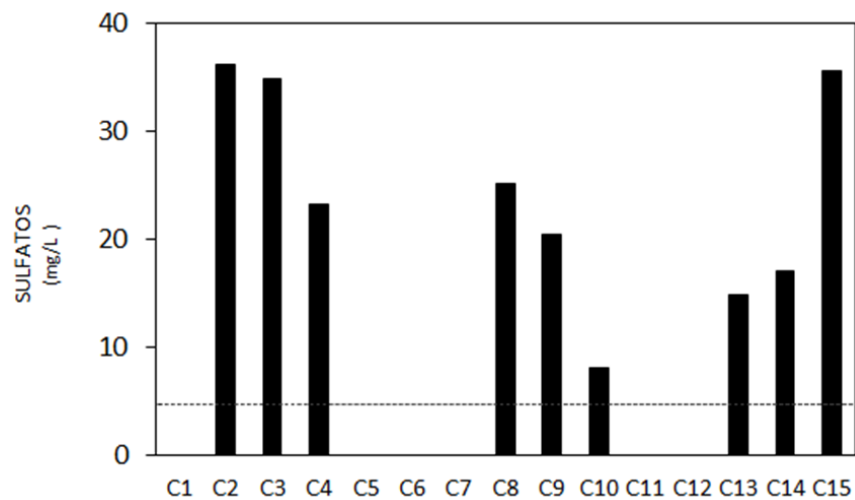


Figura IV.17. Concentración de sulfatos determinada en las estaciones monitoreadas. La línea punteada representa el valor límite de detección.

5. Nitritos.

A excepción de la estación C10 (0.027 mg/L como N-NO₂) la concentración de Nitritos (Fig. IV.18) no excedió el valor límite de detección (<0.020 mg/L como N-NO₂).

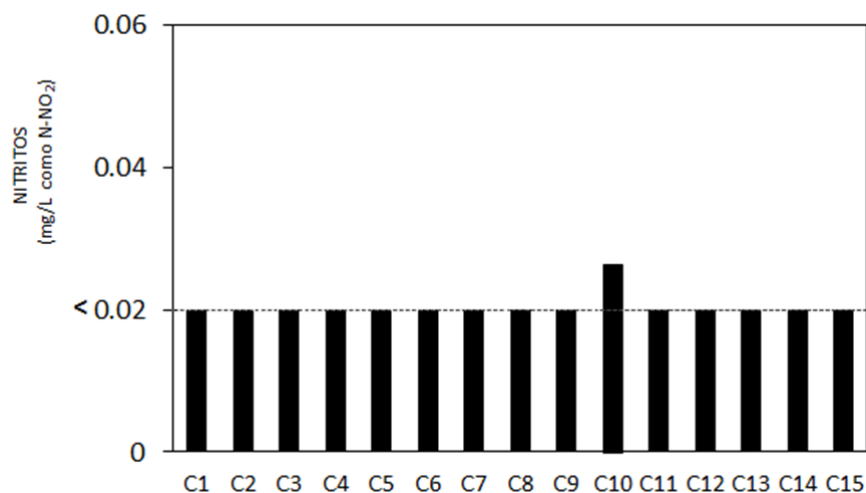


Figura IV.18. Concentración de nitritos determinada en las estaciones monitoreadas. La línea punteada representa el valor límite de detección.

6. Nitratos.

La figura IV.19 muestra la concentración de nitratos encontrados. Ninguna estación superó el valor máximo permisible de Nitratos (5 mg/L). En tanto que la estación C7 no alcanzó la concentración mínima de detección.

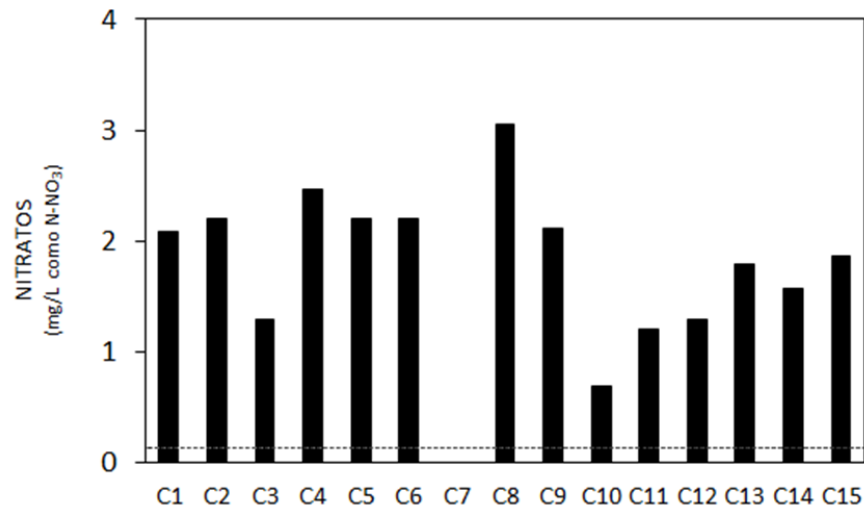


Figura IV.19. Concentración de nitratos determinada en las estaciones monitoreadas. La línea punteada representa el valor límite de detección.

7- Nitrógeno amoniacal.

Los resultados del análisis del nitrógeno amoniacal (Fig. IV.20) muestran que 7 estaciones no superaron el valor límite de detección (0.3 mg/L), de las restantes donde se detectó esta variable, las estaciones C6 y C7 superaron el valor máximo permisible (0.5 mg/L).

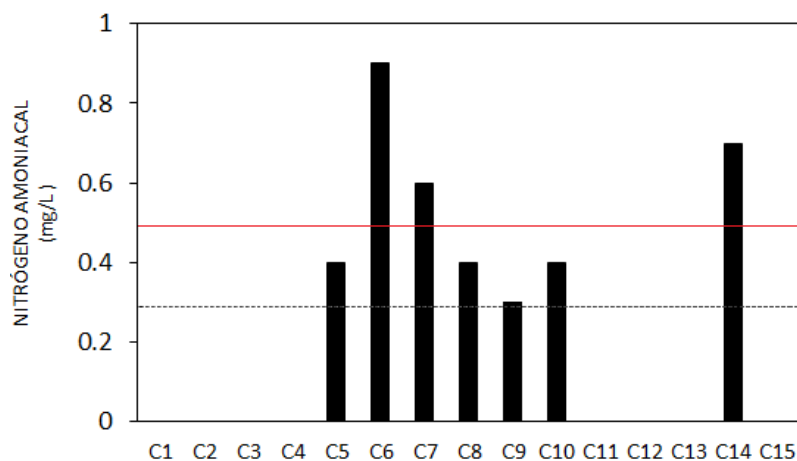


Figura IV.20. Concentración de nitrógeno amoniacal en las estaciones monitoreadas. La línea punteada representa el valor límite de detección y la línea roja la concentración máxima permisible estipulada en la NOM-014-SSA1-1993.

8. Coliformes fecales.

De acuerdo a la NOM-014-SSA1-1993, el límite máximo permisible de coliformes fecales (Fig. IV.21) en agua para uso humano es de 2 UFC/100 ml. Al comparar esta concentración con las estaciones analizadas, se observó que 5 estaciones no superaron este límite (con una concentración de 0 UFC/100 ml), 2 estaciones lo alcanzaron (C4 y C11) y las estaciones restantes lo superaron.

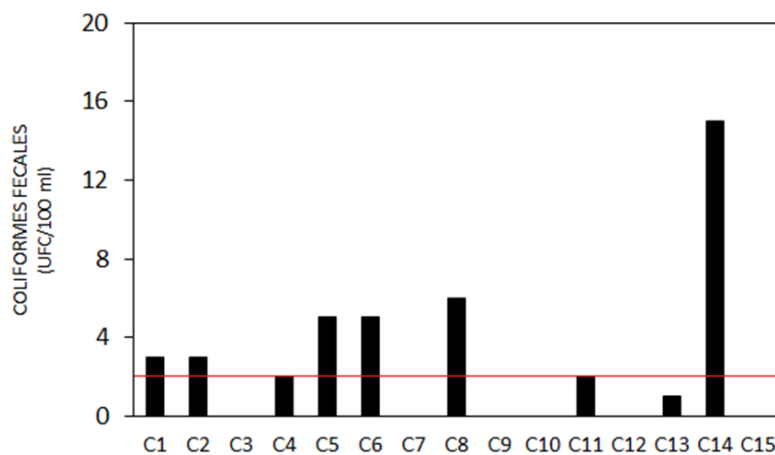


Figura IV.21. Concentración de coliformes fecales determinada en las estaciones monitoreadas. La línea roja representa la concentración máxima permisible estipulada en la NOM-014-SSA1-1993.

9. Coliformes totales.

Lillibridge (2000), propuso una escala para determinar el grado de contaminación del agua por coliformes totales, en la cual, una concentración de 0 a 10 UFC/100 ml es catalogada con una calidad de agua aceptable; de 10-100 UFC/100 ml un agua contaminada, de 100 a 1000 UFC/100 ml en la categoría de agua peligrosa y más de 1000 UFC/100 ml entra en el rango de agua muy contaminada. Tomando en consideración la escala de Lillibridge, 11 estaciones del estudio tendrían que ser catalogadas como agua aceptable, únicamente las estaciones C6 (24 UFC/100 ml), C8 (12 UFC/100 ml) y C14 con 19 UFC/100 ml) entrarían dentro de la categoría de agua contaminada (Fig. IV.22).

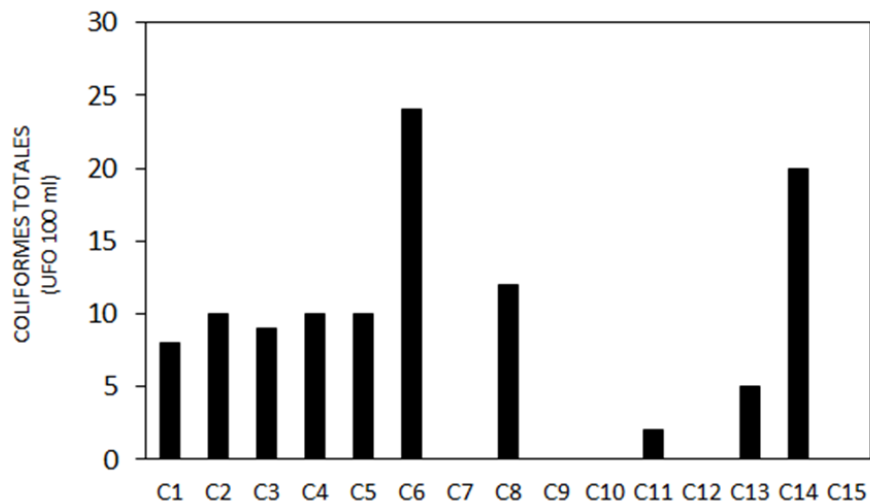


Figura. IV.22 Concentración de coliformes totales determinada en las estaciones monitoreadas.

10. Demanda química de oxígeno.

La CONAGUA desarrolló una escala de calidad del agua de acuerdo a la demanda química de oxígeno, donde menor a 10 mg/L es un agua con una calidad excelente, de 10 a 20 mg/L tiene buena calidad, de 20 a 40 mg/L es aceptable, 40 a 200 mg/L contaminada y más de 200 fuertemente contaminada. En este estudio, 11 estaciones no sobrepasaron el valor límite de detección (30 mg/L), por lo que deben de ser catalogadas con buena calidad del agua. Las estaciones C7 (48.28 mg/L) y 13 (67 mg/l) se encuentran contaminada de acuerdo a esta escala (Fig. IV.23).

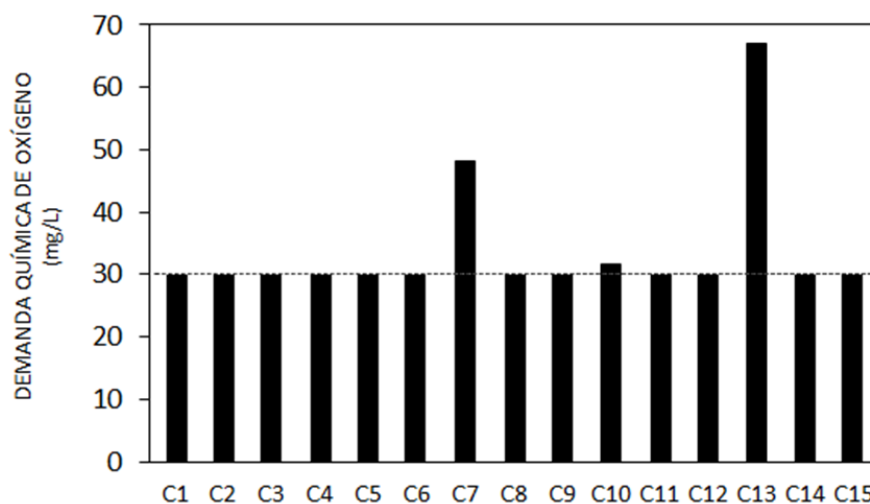


Figura IV.23. Concentración de demanda química de oxígeno en las estaciones monitoreadas. La línea punteada representa el valor límite de detección

11. Fósforo total.

Los resultados de la concentración del fósforo total (Fig. IV.24 mostraron que 9 estaciones no superaron el valor límite de detección (<0.30 mg/L). Mientras que las estaciones C3, C7 y C11, reportaron concentraciones apenas superiores a este límite (0.3, 0.4 y 0.3 mg/L respectivamente).

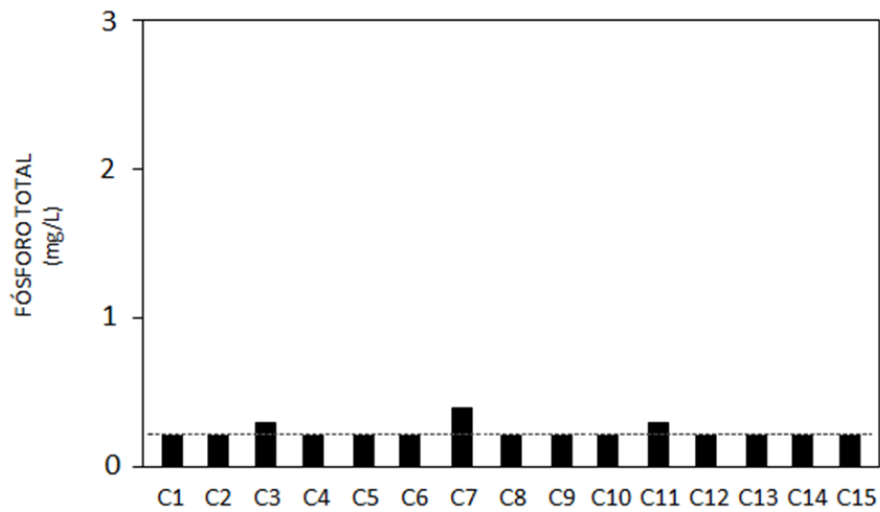


Figura IV.24. Concentración de fósforo total en las estaciones monitoreadas. La línea punteada representa el valor límite de detección.

Cuadro IV.3. Medidas de tendencia central de las variables fisicoquímicas del agua estimadas en las estaciones de muestreo.					
Variable	Unidades	Media	D. E.	Mínimo	Máximo
Alcalinidad a la fenolftaleína	mg/l como CaCO ₃	<2	0	<2	<2
Alcalinidad total	mg/l como CaCO ₃	341.544	42.2	255.36	387.03
Dureza total	mg/l como CaCO ₃	396.912	66.35	269.28	506.88
Sulfatos	mg/L	23.94	9.94	8.18	36.08
Nitritos	mg/L como N-NO ₂	0.027	0	0.027	0.027
Nitratos	mg/L como N-NO ₃	1.86	0.60	0.69	3.06
Nitrógeno amoniacal	mg/L	0.52	0.21	0.3	0.9
Coliformes fecales	UFC/100 ml	2.8	3.96	0	15
Coliformes totales	UFC/100 ml	7.3	7.49	0	24
DQO	mg/L	48.96	17.60	31.72	66.9
Fósforo total	mg/L como P-PO ₄	0.33	0.057	0.3	0.4

Ordenación de las estaciones según sus variables fisicoquímicas

Para determinar si las variables fisicoquímicas se comportan de manera homogénea en las distintas estaciones estudiadas, se realizó un análisis multivariado denominado *Escalamiento Multidimensional No Métrico* o *NMDS* por sus siglas en inglés (Fig. IV.25). En este análisis se comprobó que las estaciones conforman un grupo homogéneo en el que tienen parámetros fisicoquímicos del agua similares entre ellos.

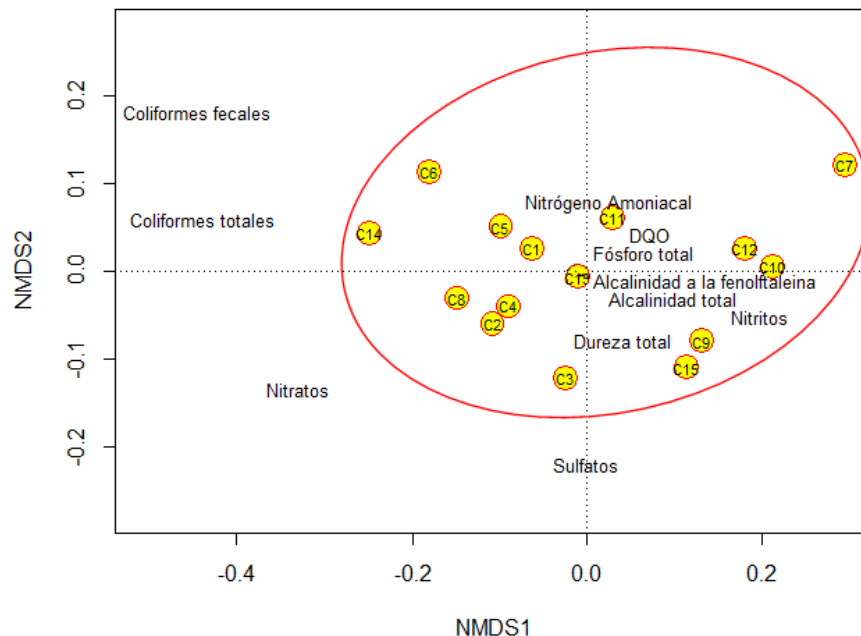


Figura IV.25. Ordenamiento de las estaciones de acuerdo a las variables fisicoquímicas del agua. Escalamiento Multidimensional No Métrico.

A manera de discusión, los resultados de parámetros como la alcalinidad a la fenolftaleína y la alcalinidad total, mostraron tener concentraciones muy bajas, todas inferiores a los límites permisibles. La alcalinidad fluctúa ampliamente en los cenotes, debido a la entrada de agua rica en carbonatos y bicarbonatos (hasta 696mg/L) y agua de lluvia, lo que disminuye la concentración de estos iones por dilución y por neutralización con ácidos húmicos y los taninos de diversas especies vegetales. Cuando el agua entra, aumenta la concentración de bióxido de carbono del suelo y de la oxidación de la materia orgánica disuelta y particulada (Schmitter-Soto et al., 2002), concordando con los resultados obtenidos.

El nitrógeno y en las distintas formas moleculares en las que se presenta, es considerado un contaminante usual en aguas subterráneas debido a la presencia de ciertos tipos de bacterias fijadoras de este elemento (Scanlon, 1990). El uso desmedido de fertilizantes y pesticidas, así como los desechos orgánicos, pueden resultar en un incremento de la concentración de nitratos en sistemas kársticos (van der Kamp, 1995). Incluso fuentes naturales como el cultivo de plantas fijadoras de nitrógeno (como leguminosas) pueden contribuir a la presencia de nitrógeno en los cenotes (Stoessell et al., 1993). Sin embargo, en este estudio se encontró que en ninguna estación se superó los valores máximos permisibles para nitritos y nitratos, y en el caso del nitrógeno

amoniacal, únicamente la estación C6 tuvo una concentración considerada como peligrosa. Esta generalizada baja concentración de nitrógeno, puede ser explicada, porque en la zona circundante a los cenotes, el suelo es pobremente fertilizado y la densidad poblacional es aún muy baja (Alcocer et al., 1998), evitando así posibles fuentes de contaminación por nitrógeno.

La presencia de bacterias coliformes se asocia a los desechos animales y sugiere la potencial presencia de otros patógenos (otros tipos de bacterias o virus) responsables de diversas enfermedades. Alcocer et al., (1998) encontraron bajas concentraciones de coliformes en cinco cenotes ubicados al norte de la península de Yucatán, aún con fuerte presencia turística en ellos. En el presente estudio, seis estaciones rebasaron el límite máximo permisible de estos contaminantes para su consumo humano, sin embargo, estas mismas estaciones siguen estando disponibles para actividades recreativas como nado y buceo, tal como lo demuestra la escala de Lillibridge (2000), quien agrupa a estas estaciones dentro de la categoría de Agua aceptable.

Por su parte, el fósforo es escaso en cenotes porque las rocas calcáreas favorecen su co-precipitación con calcio (Schmitter-Soto et al., 2002). En relación a lo anterior, se observó que la mayoría de las estaciones no alcanzó el límite de detección para este elemento.

Conclusiones del estudio:

- Todas las estaciones monitoreadas presentaron concentraciones menores al límite de detección (<2 mg/L como CaCO₃) para la ALCALINIDAD A LA FENOLFTALEÍNA e inferiores a la concentración máxima permisible de la ALCALINIDAD TOTAL (400 mg/L como CaCO₃).
- La mayoría de las estaciones (11) superaron los límites permisibles (300 mg/L como CaCO₃) para la dureza total.
- Ninguna estación superó el valor límite permisible en SULFATOS, NITRITOS Y NITRATOS (250, 5 y 0.5 mg/L respectivamente)
- el nitrógeno amoniacal excedió sus valores del límite permisible en las estaciones C6 (0.9 mg/L) y C7 (0.60 mg/L).
- Los COLIFORMES FECALES superaron el límite máximo (2 UFO/100 ml) en 8 de las 15 estaciones, sin embargo al evaluar a los coliformes totales, se muestra que de acuerdo a la escala de Lillibridge (2000) el agua de todas las estaciones se catalogan con una calidad de agua aceptable.
- La escala de calidad de agua propuesta por la CONAGUA que toma como parámetro a la demanda química de oxígeno indica que las estaciones monitoreadas tienen una buena calidad de agua (de 20 a 40 mg/L).
- La concentración de fósforo total no superó los valores mínimos de detección en la mayoría de las estaciones.
- Las estaciones C1 a C13 componen un grupo homogéneo de acuerdo a sus variables fisicoquímica.

Con las metodologías descritas y con la información generada, puede considerarse a este grupo de cuerpos de agua como una unidad discreta por la homogeneidad generalizada de las variables físico químicas y biológicas analizadas, a la vez que se considera haberse constituido la línea base y sustrato para definir los estándares en materia de calidad del agua en condiciones a priori respecto al inicio del proceso de desarrollo del proyecto, estableciéndose así la metodología y el

protocolo correspondiente por medio del cual serán comparadas las condiciones del ambiente antes, durante y después de concluido el proceso de desarrollo (preparación, construcción y operación) del proyecto, para convertirse después en parte del sistema de monitoreo que deberá acompañar el progreso del desarrollo turístico Xibalbá para certificar que este se mantiene dentro de los estándares marcados y dentro de los límites que en esta materia dicta la normatividad vigente .

IV.2.2 Aspectos bióticos

Medio biológico.

A. Vegetación Terrestre

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 V del INEGI, el tipo de vegetación presente en el sitio es del tipo Vegetación secundaria de Selva Mediana Subcaducifolia (Figura IV.26). 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 pequeñísima porción en el límite norte con Yucatán. Un aspecto muy importante para este tipo de comunidad vegetal es que de todas las comunidades que existen en la península, ésta es la menos representada puesto que la mayor parte de los asentamientos humanos se localizan aquí. Actualmente a lo largo de toda la zona de influencia del proyecto se observa el desplazamiento 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 persisten fragmentos con vegetación en buen estado de recuperación con vocación preferentemente forestal.

La vegetación del predio y de los alrededores corresponde a un mosaico de estadios sucesionales de vegetación correspondiente a selva mediana subcaducifolia con áreas ampliamente utilizadas en el espacio y en el tiempo y reducidas zonas que han sufrido cambios poco significativos. Según el POETY, la vegetación presente en la zona ha sido sustituida por las actividades agrícolas y pecuarias. En la figura 5.8 se muestra el mapa que se presenta en el POETY realizado en 2007.

En relación a las condiciones que en la actualidad presentan las comunidades vegetales en uno y otro de los polígonos que abarca el proyecto, es evidente la influencia que han tenido las actividades agropecuarias sobre las comunidades vegetales, particularmente el Xibalbá 2, donde prácticamente el 75% de su extensión está cubierta aun por pastizales inducidos de distintas especies (Brisanta, Estrella de África) o bien por hubches en ciernes, de apenas unos años de edad ya con ciertos elementos de las especies pioneras provenientes de las selvas medianas subcaducifolia.

Contrastando con lo anterior, Xibalbá 1 muestra mucho mejores condiciones en materia de biodiversidad botánica, por lo que serán estas comunidades las que cobrarán particular importancia para el presente reporte según se reitera a lo largo del texto.

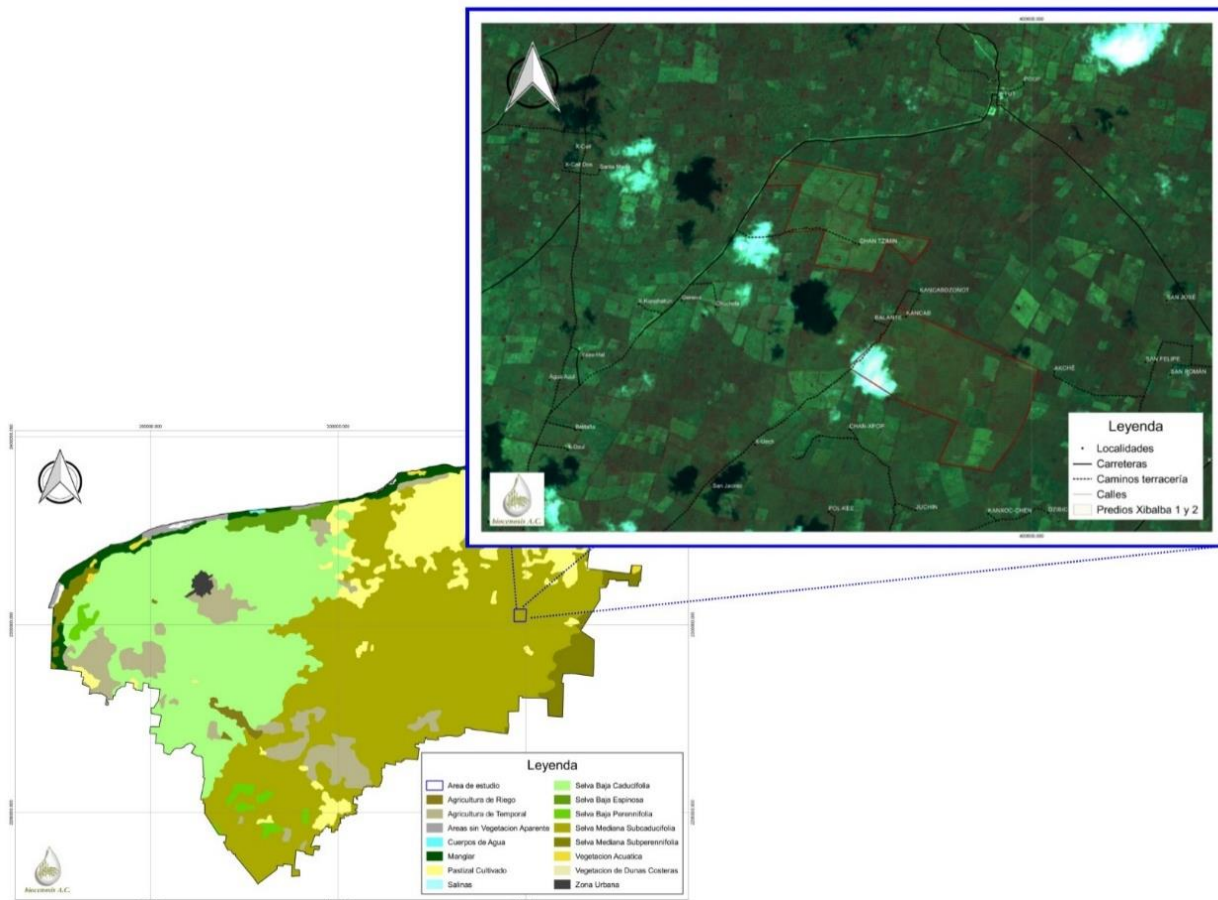


Figura IV.26. Ubica a la zona de estudio dentro de la amplia área cubierta por selva mediana subcaducifolia que en conjunto muestra los impactos de las actividades agropecuarias desarrolladas ahí desde tiempos inmemorables

CARACTERIZACIÓN DE LA VEGETACIÓN DE PREDIO

DISEÑO DE MUESTREO PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LA VEGETACIÓN PRESENTE

Para la elaboración del listado de vegetación del predio se utilizaron cuadrantes y recorridos. Los cuadrantes tuvieron una medida de 20 x 25 metros siendo ocho en total, en ellos se hizo un levantamiento de las especies presentes, tomando en cuenta todos los hábitos: arbóreos, arbustivos, herbáceos, epífitos y trepadores, conjuntamente a la utilización de cuadrantes se hizo un recorrido en el camino que cruza el predio, para completar el listado con otras especies que se desarrollan con sol abundante y/o pioneras en bordes de caminos a cierta perturbación antrópica. Además, se hicieron observaciones y mediciones de la calidad de la vegetación, las especies con mayor frecuencia en los cuadrantes, los niveles de vegetación presentes y se determinó una abundancia cualitativa de las especies presentes.

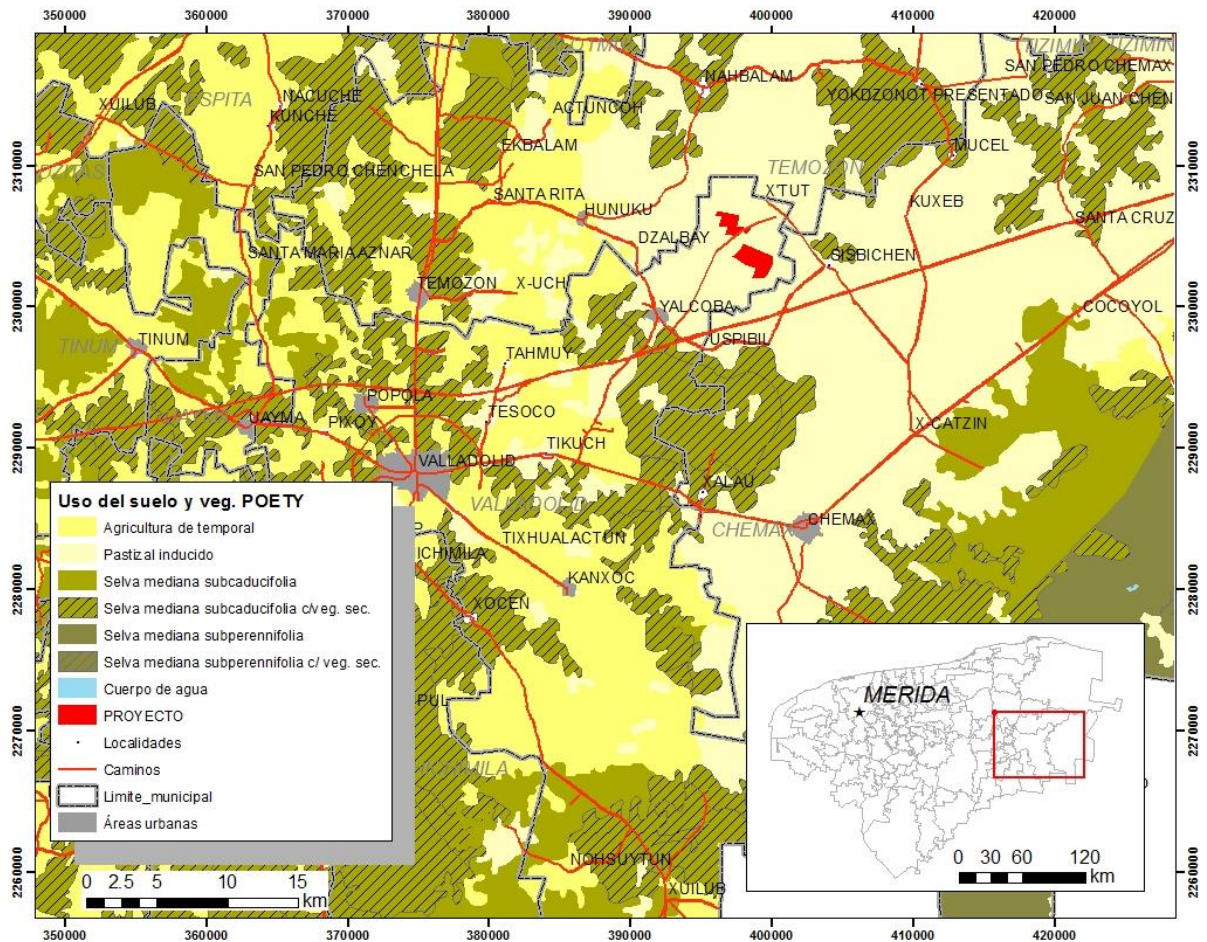


Figura IV.27. Uso del suelo y vegetación según el POETY (2007). Donde destaca el área de estudio sobre terrenos dedicado a la ganadería.

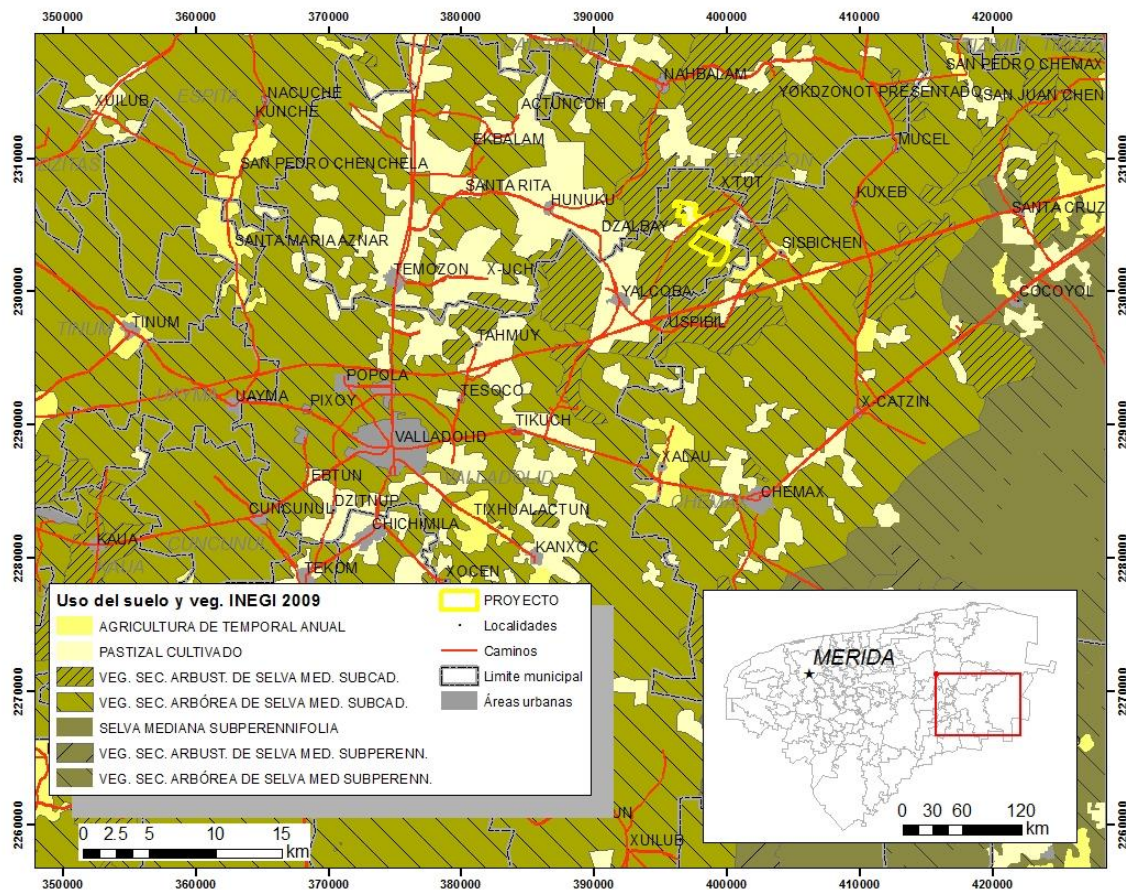


Figura IV.28. Uso del suelo y vegetación en la zona según INEGI. Serie V 2011.

La estructura de la vegetación solo presenta dos estratos el arbóreo y el arbustivo, debido a que el herbáceo es el mismo que el arbustivo, las especies son prácticamente las mismas.

Con el esfuerzo de muestreo empleado se logró verificar la presencia de un total 98 especies vegetales agrupadas en 38 familias botánicas, entre las mejor representadas se encuentran: Fabaceae (Leguminosas) con 19 especies, Rubiaceae con 9 especies, Malvaceae con 8 especies y Euphorbiaceae con 7 especies, el resto de las familias presento de una a tres especies. **Ninguna especie de flora se encuentra incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010** y 16 especies son endémicas a la Península de Yucatán.

Cuadro IV.3 Los nombres científicos y comunes de las especies registradas de acuerdo a Durán, et al (2000) y Arellano et al. (2003).				
FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	HABITO	DISTRIBUCIÓN
Acanthaceae	<i>Aphelandra deppeana</i> Cham. & Schlecht	chak kankil xiw	Herbáceo	Nativa
	<i>Ruellia nudiflora</i> Engelm. & Gray	kabal yax nik	Herbáceo	Nativa
	<i>Stenandrum nanum</i> Standley	-	Herbáceo	Endémica
Amaranthaceae	<i>Amaranthus dubius</i> Mart.	chak xtees	Herbácea	Nativa
Annonaceae	<i>Malmea deppresa</i> Baill.	elemuy	Arbóreo	Nativa
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana amygdaleifolia</i> Jacq.	chutsun pek	Herbácea	Nativa
	<i>Thevetia gaumeri</i> Hemsley	Ajkits	Arbóreo	Nativa
Araceae	<i>Philodendron jacquinii</i> Schott	tab ka'anil	trepador	Nativa
	<i>Syngonium angustatum</i> Schott	-	Herbácea	Nativa
Commelinaceae	<i>Callisia cordiflora</i> Swartz	-	Herbácea	Nativa
Bignonaceae	<i>Arrabidaea floribunda</i> (H. B. & K.) Bur. & K. Schum.	sak ak	Trepador	Nativa
	<i>Cydista potosina</i> K. Schum & Loes	ek kixil	Herbácea	Nativa
Boraginaceae	<i>Bourreria pulchra</i> Millsp.	bakalche	Árboreo	Endémica
	<i>Cordia alliodora</i> Ruiz & Pavón	Bojom	Arbóreo	Nativa
	<i>Ehretia tinifolia</i> L.	Roble	Árboreo	Nativa
Bromeliaceae	<i>Bromelia karatas</i> L.	chakch'om	Herbácea	Nativa
	<i>Tillandsia fasciculata</i> Swartz	xchu'	Epífita	Nativa
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Chaka	Árboreo	Nativa
Colvolvulaceae	<i>Ipomoea heterodoxa</i> Stand. & Steyerm	chup chup'il	Trepador	Nativa
	<i>Ipomoea jalapa</i> (L.) Pursh	yaax ak	Trepador	Nativa
Cucurbitaceae	<i>Cionosicyx excisus</i> Griseb.	xkum pech	Trepador	Nativa
Cyperaceae	<i>Cyperus articulatus</i> L.	tuk ux	Herbácea	Nativa
Dioscoraceae	<i>Dioscorea alata</i> L.	ak'ilmakal	Trepador	Nativa
Ebenaceae	<i>Diospyros verae-crucis</i> Standley	Tsilil	Árboreo	Nativa
	<i>Diospyrus cuneata</i> Standley	box silil	Árboreo	Endémica
Euphorbiaceae	<i>Acalypha villosa</i> Jacq.	ya'ax chilibtub	Arbustivo	Nativa
	<i>Cnidocolus aconitifolius</i> (Mill.) I.M. Johnston	chinchinchay	Arbustivo	Nativa
	<i>Croton flavens</i> L.	ek balam	Arbustivo	Nativa
	<i>Croton reflexifolius</i> H. B. & K.	peres kutz	Árboreo	Nativa

Cuadro IV.3 Los nombres científicos y comunes de las especies registradas de acuerdo a Durán, et al (2000) y Arellano et al. (2003).				
FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	HABITO	DISTRIBUCIÓN
	<i>Dalechampia scandens</i> L.	popoxkoh	Trepador	Nativa
	<i>Euphorbia cyathophora</i> Murr.	-	Herbácea	Nativa
	<i>Tragia yucatanensis</i> Millsp.	Popox	Herbácea	Nativa
Fabaceae	<i>Acacia collinsii</i> Safford	subinche	Arbustivo	Nativa
	<i>Albizia tomentosa</i> Micheli	hubche	Árboreo	Nativa
	<i>Bauhinia divaricata</i> L.	tsurup tok	Árboreo	Nativa
	<i>Bauhinia ungulata</i> L.	tsurup tok	Arboréa	Nativa
	<i>Caesalpinia gaumeri</i> Greenm.	kitinche	Arboréa	Endémica
	<i>Caesalpinia violaceae</i> Miller	chaac te'	Arboréa	Nativa
	<i>Chloroleucon mangense</i> Jacq.	yax ek	Arboréa	Nativa
	<i>Diphysa carthagenensis</i> Jacq.	Tzuzuk	Árboreo	Nativa
	<i>Havardia albicans</i> (Kunth) Britton & Rose	chukum	Arboréa	Endémica
	<i>Lonchocarpus rugosus</i> Benth.	kamsim	Arboréa	Nativa
	<i>Lonchocarpus xuul</i> Lundell	Xuul	Arboréa	Endémica
	<i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth.	Tzalam	Árboreo	Nativa
	<i>Mimosa bahamensis</i> Benth.	sak catzin	Arbustivo	Nativa
	<i>Pachyrrhizus erosus</i> Urban	kuup ak	Trepador	Nativa
	<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.	Habin	Arboréa	Nativa
	<i>Pithecellobium dulce</i> Roxb.	dziuche	Arboréa	Nativa
	<i>Platymiscium yucatanum</i> Standley	granadillo	Árboreo	Endémica
	<i>Senegalia gaumeri</i> Blake	Catzin	Arboréa	Endémica
	<i>Senna villosa</i> (Mill.) H.S. Irwin & Barneby	suul che	Herbácea	Nativa
Flacourtiaceae	<i>Samyda yucatanensis</i> Stadley	kak kuk	Arbustivo	Nativa
Lamiaceae	<i>Ocimum campechianum</i> Willd.	kakaltun	Herbácea	Nativa
Malpighiaceae	<i>Bunchosia glandulosa</i> (Cav.) DC.	Sipche	Arbustivo	Nativa
Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Ceiba	Árboreo	Nativa
	<i>Ceiba schottii</i> Britton & Baker	pochote	Árboreo	Endémica
	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Pixoy	Árboreo	Nativa

Cuadro IV.3 Los nombres científicos y comunes de las especies registradas de acuerdo a Durán, et al (2000) y Arellano et al. (2003).				
FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	HABITO	DISTRIBUCIÓN
	<i>Hampea trilobata</i> Standley	Hool	Arboréa	Endémica
	<i>Helicteres baruensis</i> Jacq.	Sutup	Arbustivo	Nativa
	<i>Luehea speciosa</i> Willd.	Tastap	Arboréa	Nativa
	<i>Malvaviscus arboreus</i> Cav.	Tulipán de monte	Arbustivo	Nativa
	<i>Triumfetta semitriloba</i> Jacq.	mul och	Herbácea	Nativa
Meliaceae	<i>Trichilia arborea</i> C. DC.	chobenchen	Árboreo	Nativa
Mennispermaceae	<i>Cissampelos pareira</i> L.	xpepektun	Trepador	Nativa
Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i> Swartz	Ramón	Árboreo	Nativa
	<i>Dortenia contrajerva</i> L.	xcamba hau	Herbácea	Nativa
Myrtaceae	<i>Psidium sartorianum</i> Mc Vaugh	pichiche	Árboreo	Nativa
	<i>Eugenia mayana</i> Standley	sak loob	Árboreo	Nativa
Nyctaginaceae	<i>Neea fagifolia</i> Heimerl.	tah ziu	Árboreo	Nativa
	<i>Pisonia aculeata</i> L.	Beeb	Trepador	Nativa
Orchidaceae	<i>Catasetum integerrimum</i> Hook.	chit ku'uk	Epífito	Nativa
	<i>Cohniella ascendens</i> (Lindl.) Christenson	puuts che	Epífito	Nativa
	<i>Lophiaris teaboana</i> R. Jiménez & Carnevali	-	Epífito	Endémica
Poaceae	<i>Ichnanthus lanceolatus</i> Scribn. & Smith.	xkan chim	Herbácea	Nativa
	<i>Lasiacis divaricata</i> L.	Sit	Herbácea	Nativa
	<i>Lasiacis ruscifolia</i> H. B. & K.	mejen sit	Herbácea	Nativa
Polygonaceae	<i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe	tsilche	Árboreo	Nativa
	<i>Coccoloba barbadensis</i> Jacq.	Boob	Árboreo	Nativa
	<i>Coccoloba cozumelensis</i> Hemsley	boob chic	Árboreo	Endémica
Rhamnaceae	<i>Colubrina arborescens</i> Mill.	xluum che	Árboreo	Nativa
Rubiaceae	<i>Alseis yucatanensis</i> Standley	kakaw che	Árboreo	Endémica
	<i>Chiococca alba</i> L.	ka'an chak che	Arbustivo	Nativa
	<i>Exostema caribaeum</i> Roem. & Schultes	sabakche	Árboreo	Nativa
	<i>Guettarda elliptica</i> Swartz	box tastap	Árboreo	Nativa
	<i>Morinda yucatanensis</i> Green.	Hoyoc	Arbustivo	Nativa
	<i>Psychotria tenuifolia</i> Swartz	-	Arbustiva	Nativa
	<i>Randia aculeata</i> L.	peech kitam	Arbustivo	Nativa

Cuadro IV.3 Los nombres científicos y comunes de las especies registradas de acuerdo a Durán, et al (2000) y Arellano et al. (2003).				
FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	HABITO	DISTRIBUCIÓN
	<i>Randia longiloba</i> Hemsley	kaax	Arbustivo	Endémica
	<i>Randia truncata</i> Greenm. & Thompson	chuleb che	Arbóreo	Endémica
Rutaceae	<i>Esenbeckia pentaphylla</i> (Macfad.) Griseb.	yaax hokob	Arbóreo	Nativa
Sapindaceae	<i>Talisia olivaeformis</i> H. B. & K.	huaya	Arbóreo	Nativa
	<i>Thouinia paucidentata</i> Radlk.	kanchunup	Arbóreo	Nativa
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum mexicanum</i> T. S. Brandege	chikeh	Arbóreo	Nativa
	<i>Pouteria unilocularis</i> Baehni	zapotillo	Arbóreo	Nativa
Scrophulariaceae	<i>Capraria biflora</i> L.	chokwil xiw	Herbáceo	Nativa
Simarubaceae	<i>Alvaradoa amorphoides</i> Liebm.	belsiniche	Arbóreo	Nativa
Verbenaceae	<i>Vitex gaumeri</i> Greenman	yax nik	Arbóreo	Nativa
Violaceae	<i>Hybanthus yucatanensis</i> Millsp.	ta'sí'	Arbóreo	Endémica

Tipo de vegetación

La vegetación del predio corresponde a un mosaico de áreas de diversos grados de regeneración derivada de Selva Mediana Subcaducifolia (SMSC), este tipo de vegetación en la Península de Yucatán se extiende como una amplia franja que se origina en la parte nororiental del estado y se enfila con rumbo suroeste, pasando por el centro hasta internarse en la porción norte del Estado de Campeche. Junto con las selvas bajas, la SMSC conforma la fisonomía vegetal de Yucatán ocupando una extensión aproximada de 29,309 km². Se desarrolla sobre suelo pedregosos, pero que contienen una delgada capa de materia orgánica, como sucede con la vegetación que cubre la Sierra de Ticul, y las depresiones del terreno en las que se registran lugares con una significativa acumulación de materia orgánica. Típicamente la SMSC en la península está conformada por un estrato arbóreo cuya altura promedio oscila entre 10 y 15 metros, y en la época de secas de 50 a 75% de sus árboles dejan caer sus hojas. Entre las especies características de esta selva se encuentran los árboles más corpulentos de la flora de Yucatán: *Enterolobium cyclocarpum*, *Ceiba pentandra* y algunas especies de *Ficus*.

Para el predio las especies arbóreas del dosel, con más altura (de 9 a 14 metros) y con mayor presencia fueron: xuul (*Lonchocarpus xuul*), pichiche (*Psidium sartorianum*), boob (*Coccoloba barbadensis*) y kitinche (*Caesalpineia gaumeri*), estas estuvieron presentes en todos los cuadrantes, mientras que las especies arbóreas y arbustivas más representativas en el sotobosque o altura intermedia (de 3 a 8 metros) fueron: tsilche (*Gymnopodium floribundum*), tsilil (*Diospyros verae-crucis*), chukum (*Havardia albicans*), kitinche (*Caesalpineia gaumeri*), catzin

(*Senegalia gaumeri*) y boob (*Coccoloba barbadensis*), por último las especies herbáceas y trepadores no leñosas más representadas fueron: chak kankil xiw (*Aphelandra deppeana*), tab ka'anil (*Philodendron jacquinii*), chup chup'il (*Ipomoea heterodoxa*), y xcamba hau (*Dortenia contrajerva*)

Diversidad de especies

La altura máxima predominante de la vegetación del predio es de 12 metros con algunos elementos de 14 metros entre los que se encuentran: kitinche (*C. gaumeri*), xuul (*L. xuul*) y tzalam (*Lysiloma latisiliquum*). Se encontró un total de 98 especies vegetales agrupadas en 38 familias botánicas, entre las mejor representadas se encuentran: Fabaceae (Leguminosas) con 19 especies, Rubiaceae con 9 especies, Malvaceae con 8 especies y Euphorbiaceae con 7 especies, el resto de las familias presentó de tres a una especie (Figura de abajo).

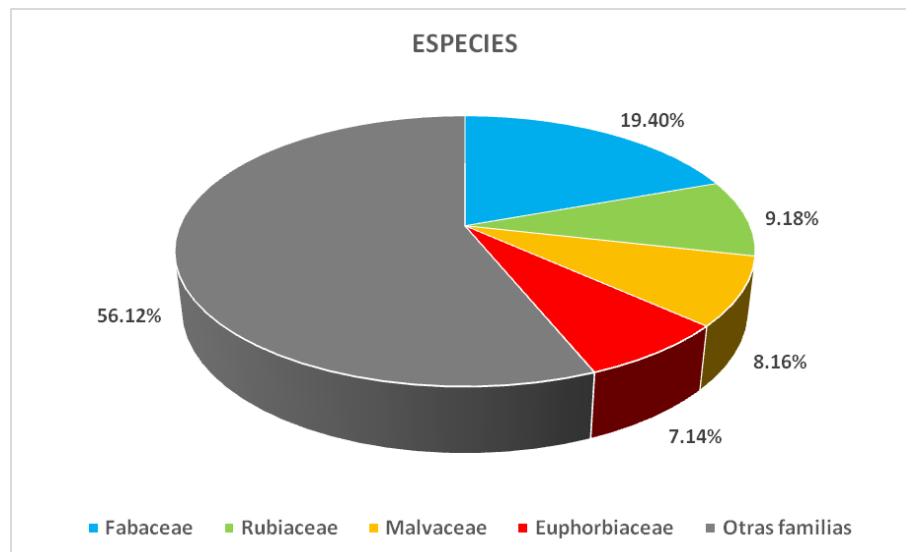


Figura IV.29 Porcentaje de especies vegetales presentes en el predio.

Hábitos de vida

Entre los hábitos de vida que se encuentran en el predio son: arbóreo, arbustivo, herbáceo, trepador y epífito. De las 98 especies registradas 50 de ellas tienen hábitos arbóreos, aunque es común que algunos se encuentren en estadios juveniles o poco desarrollados presentando un crecimiento tipo arbustivo o herbáceo cuando se encuentra suprimido por especies desarrolladas, aunque presentan tallos lignificados que las caracterizan. En cuanto a especies de hábitos arbustivos se encontraron 14, para hábitos herbáceos se encontraron 20 especies, para hábito trepador se registraron 10 especies y por últimos se tuvieron 4 especies para hábito epífito.

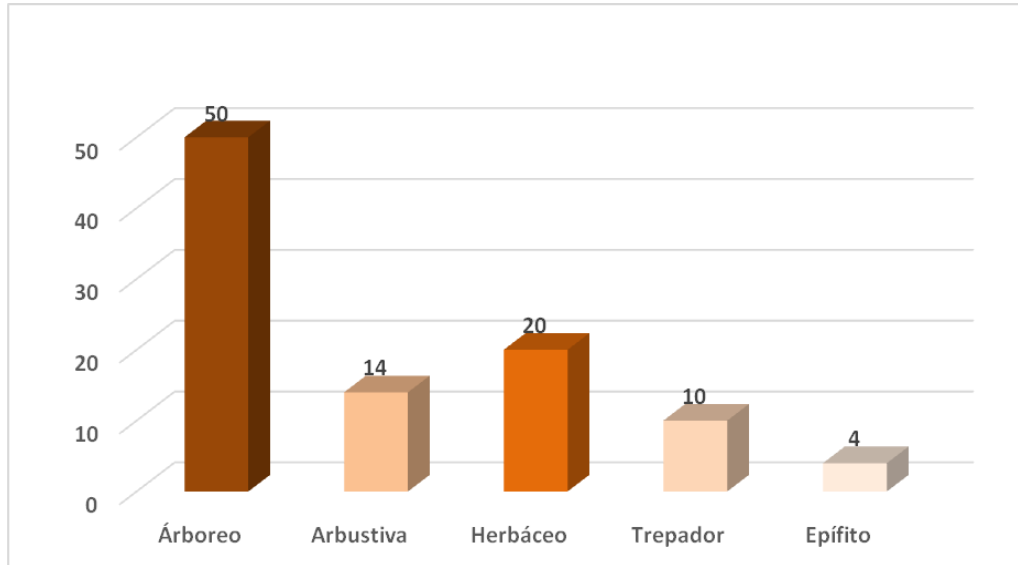


Figura IV.30 Hábitos de crecimiento de especies vegetales encontrados en el predio.

Endemismos y especies en la Norma Oficial Mexicana 059

Para la zona de estudio existen un total de 16 especies endémicas, las cuales solo se encuentran en la Península (Provincia Biótica Península de Yucatán), el resto (82 especies) son nativas, pero se encuentran en otros Estados de la República y en otros Países de Centroamérica y del Caribe. Entre las especies endémicas más evidentes en cuanto a talla y abundancia se encuentran: kitinche (*C. gaumeri*), xuul (*L. xuul*), catzin (*Senegalia gaumeri*), boob chich (*Coccoloba cozumelensis*) y ta' si' (*Hybanthus yucatanensis*).

No se registraron especies en la Norma Oficial Mexicana 059 SEMARNAT 2010 con alguna categoría de riesgo

Cuadro IV.4 Especies endémicas encontradas en el predio			
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>Caesalpinia gaumeri</i>	kitinche	Arboréa
Fabaceae	<i>Havardia albicans</i>	chukum	Arboréa
Fabaceae	<i>Lonchocarpus xuul</i>	xuul	Arboréa
Fabaceae	<i>Platymiscium yucatanum</i>	granadillo	Arbóreo
Fabaceae	<i>Senegalia gaumeri</i>	catzin	Arboréa
Malvaceae	<i>Ceiba schottii</i>	pochote	Arbóreo

Malvaceae	<i>Hampea trilobata</i>	hool	Arboréa
Orchidaceae	<i>Lophiaris teaboana</i>	-	Epífita
Polygonaceae	<i>Coccoloba cozumelensis</i>	boob chic	Arbóreo
Rubiaceae	<i>Alseis yucatanensis</i>	kakaw che	Arbóreo
Rubiaceae	<i>Randia longiloba</i>	kaax	Arbustivo
Rubiaceae	<i>Randia truncata</i>	chuleb che	Arbóreo
Violaceae	<i>Hybanthus yucatanensis</i>	ta'sí'	Arbóreo

Comunidad vegetal

En general el predio que se solicita para Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF) cuenta con una vegetación típica de Selva Mediana Subcaducifolia sin ninguna formación o carácter geológico que pueda cambiar drásticamente la conformación de la vegetación presente en el predio, ocurren cenotes, relojadas, bajos (akalches), solo en algunas áreas del predio se encuentran algunas ondulaciones o relieves en el terreno sin ser de grandes dimensiones. En estas áreas tienden a encontrarse las especies arbóreas de mayor altura y algunas especies epifitas de las familias Araceae y Orchidaceae.

Se puede decir que la vegetación del predio es homogénea y se encuentra en un estado avanzado de recuperación, a excepción del área de transformación anteriormente mencionada y los caminos que atraviesan el predio.

- **Índices de diversidad y valor de importancia para la flora silvestre**

Es importante señalar que los predios que conforman el actual desarrollo Xibalbá mantienen muy distintas condiciones de conservación, un mosaico igual al que se presenta en toda la región como producto de la apertura y abandono de potreros relacionados con las actividades agropecuarias desarrolladas desde tiempo atrás; de tal suerte que las áreas muestreadas para fines de establecer cuales superficies correspondían a terrenos forestales y cuáles no, evidencian a su vez a estos distintos estadios de conservación. Ver figura IV.31

Como resultado de estos muestreos fue corroborado (lo que salta a la vista de cualquier persona que recorra estos terrenos aun no especializada en estos temas), es decir que el conjunto de predios que integran el predio denominado Xibalbá 1 se encuentra en mucho mejores condiciones en materia de cobertura forestal y hábitat silvestre que el propio Xibalbá 2, al igual que ocurre respecto a muchos de los predios y amplias zonas que circundan a ambos polígonos. De hecho, fue esta condición lo que *a priori* dio pie a su adquisición. En tanto que Xibalbá 2 representa de mejor manera lo que ocurre con mayor frecuencia en la región, es decir un escenario amplia y enérgicamente impactado por la ocurrencia de potreros (ver figuras IV.32 y IV.33)

Con estos comentarios lo que se trata de enfatizar es que, para establecer comparaciones entre las condiciones imperantes en **el área propuesta para el cambio de uso del suelo y del ecosistema**

circundante resulta más ilustrativo recurrir a lo que muestran las áreas forestadas de Xibalbá 1 que prácticamente cualquier otro predio circundante, considerando adicionalmente que aun así los datos muestran gran relatividad en cuanto a su significado, al igual que resulta por lo general cuando se describen áreas menores a las miles de hectáreas y más aún cuando estos distan mucho de mantener condiciones homogéneas en su cobertura vegetal.

El índice de valor de importancia se calculó únicamente para las especies arbóreas encontradas para el sitio del proyecto se presenta en el siguiente cuadro. El índice fue calculado así (Brower, Zar y von Ende 1997):

$$Vli = DRI + Fri + CRI$$

Donde

Vli = Índice de valor de importancia

DRI = Densidad relativa = $DRI = n_i / \sum n_i$. Donde $n_i = n_i$ es el número de individuos de cada especie contados, y DRI es la densidad relativa de esa especie)

Fri = frecuencia relativa = $f_i / \sum f_i$. Donde $f_i = j_i / k$ (f_i es la frecuencia de una especie; j_i es el número de puntos de muestreo en los cuales se contó la especie, y k es el número total de puntos muestreados. CRI = Cobertura relativa = $C_i / \sum C_i$ donde $C_i = (a_i) (D_i) / n_i$ (a_i es la suma de las áreas basales para cada especie; D_i es la densidad de esa especie, y n_i es el número total de individuos muestreados de esa especie. $\sum C_i$ es la cobertura total o área basal de todas las especies.

Por otro lado, se calculó el índice de Shannon de la siguiente forma

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

Donde H' es el índice de Shannon

S – número de especies (la riqueza de especies)

p_i – proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la Abundancia relativa de la especie i): $\frac{n_i}{N}$

n_i – número de individuos de la especie i

N – número de todos los individuos de todas las especies

Para el sitio de estudio $H' = 0.6963452$, 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).

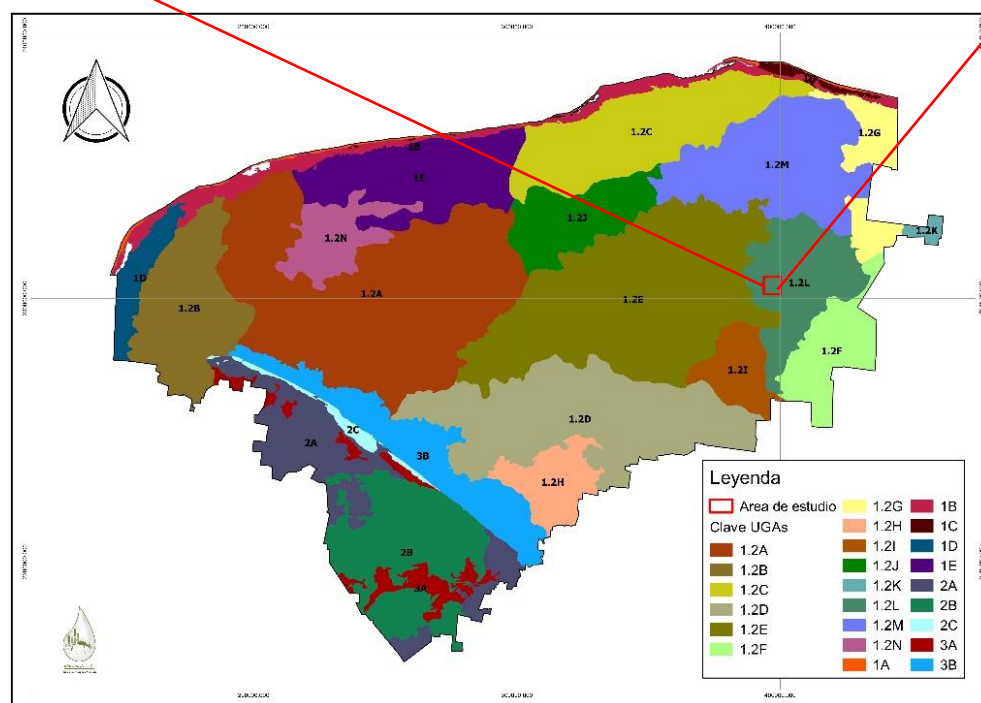
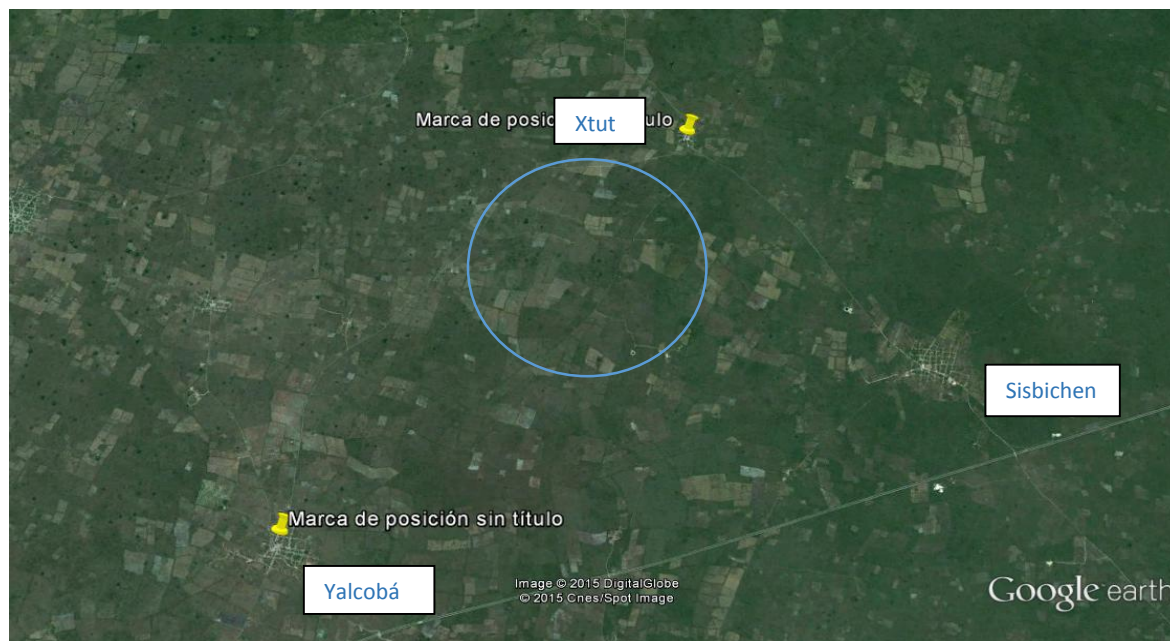


Figura IV.31 Muestra una sección de la UGA 1.2L caracterizada por la ampliamente difundida actividad de ganadería extensiva.

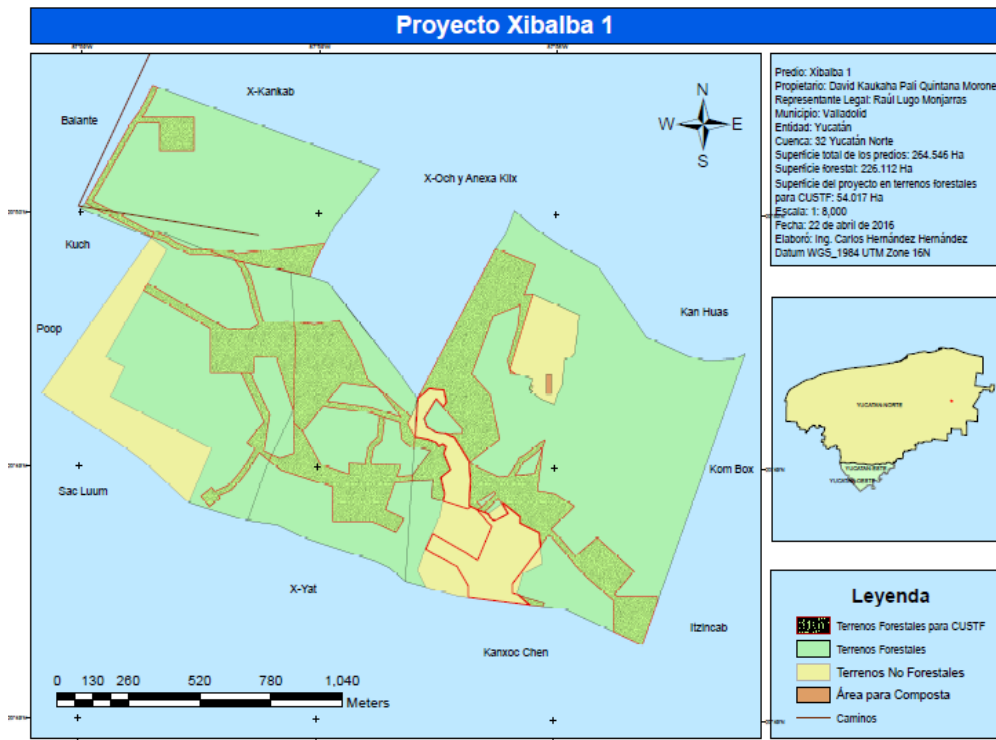


Figura IV.32
Xibalbá 1:
 Donde destacan en verde las áreas que corresponden a terrenos forestales, verde oscuro al CUSTF solicitado y las amarillas como antiguos potreros.

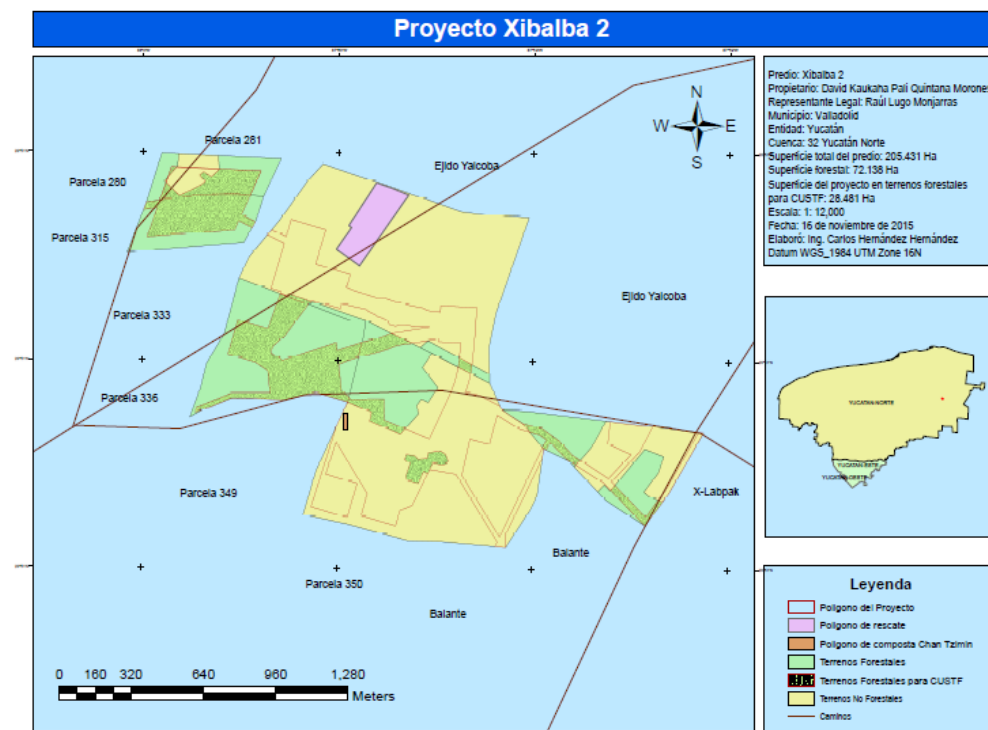


Figura IV.33
Xibalbá 2:
 Donde de igual manera se hacen destacar en verde las áreas que corresponden a terrenos forestales, verde oscuro al CUSTF solicitado y las amarillas como antiguos potreros.

Nota: Estas imágenes como el resto de la cartografía forma parte del anexo electrónico que acompaña al presente reporte.

Cuadro IV.5 Índice de valor de importancia de las especies arbóreas en el sitio de muestreo
Fuente: ETJ / Xibalbá (Biocenosis en Revisión)

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
<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
<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.	Tatsi	25	0.00937	5	0.01493	0.00001	0.01493	0.03922

Cuadro IV.5 Índice de valor de importancia de las especies arbóreas en el sitio de muestreo
Fuente: ETJ / Xibalbá (Biocenosis en Revisión)

ESPECIE	Nombre común	D	DR	f	fr	C	Cr	IVI
<i>Smith</i>								
<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.	Kanlol	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
<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

Cuadro IV.5 Índice de valor de importancia de las especies arbóreas en el sitio de muestreo
Fuente: ETJ / Xibalbá (Biocenosis en Revisión)

ESPECIE	Nombre común	D	DR	f	fr	C	Cr	IVI
<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

Además, se calculó el índice de Simpson:

$$D = \frac{\sum_{i=1}^S n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)}$$

Dónde:

- S es el número de especies
- N es el total de organismos presentes

Para el sitio de estudio el 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.

b) Fauna

Hasta la fecha no existen listados completos del total de la fauna presente en la zona que concierne al área de estudio, sin embargo, numerosos registros de colecta aparecen en la bibliografía. En el cuadro IV.6 se presenta una lista con el número de especies de vertebrados terrestres que pudieran encontrarse en la zona en la que se distribuyen potencialmente 292 especies que representarían un 12% de los vertebrados de todo México.

Cuadro IV.6 Vertebrados presentes en el área de estudio.	
Grupo taxonómico	Número potencial de especies
Anfibios	14 (1)
Reptiles	52 (1)
Aves	163 (2)
Mamíferos	63 (3) (4)
Total	292

(1) Lee, J. (2) 1996 MacKinnon, 1992; Howell y Webb, 1995 y (3) Ceballos y Oliva, 2005, (4) Alcerreca et al 2009.

Anfibios y reptiles.

De acuerdo con Lee, J. (1996), en el área se estima la potencial presencia de 14 especies de anfibios correspondiente a las familias Plethodontidae (1), Rhinophrynidae (1), Leptodactylidae (2), Bufonidae (2), Hylidae (6), Microhylidae (1) y Ranidae (1) entre las cuales se encuentran una endémica de la Península de Yucatán: la salamandra yucateca (*Bolitoglossa yucatanana*) y dos sujetas a protección especial según la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Cuadro IV.7).

Finalmente, con respecto a las categorías de algún estatus de amenaza de la normatividad vigente (NOM-ECOL-059-2010), de las especies potencialmente presentes de anfibios, 2 se encuentran sujetas a Protección Especial y una es endémica de la Península de Yucatán.

Cuadro IV.7. Anfibios y reptiles presentes en el área de estudio. Modificado de Lee J. (1996).			
Familia/Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endémica
PLETHODONTIDAE			
<i>Bolitoglossa yucatanana</i>	Salamandra	Pr	X
RHINOPHRYNIDAE			
<i>Rhinophrynus dorsalis</i>	Sapo toro		
LEPTODACTYLIDAE			
<i>Leptodactylus labialis</i>	Ranita labios blancos		
<i>Leptodactylus melanonotus</i>	Ranita hojarasca		
BUFONIDAE			
<i>Bufo marinus</i>	Sapo marino		
<i>Bufo valliceps</i>	Sapo común		
HYLIDAE			
<i>Hyla microcephala</i>	Rana naranja		
<i>Triprion petasatus</i>	Rana pico de pato	Pr	

<i>Phrynohyas venulosa</i>	Rana verrugosa		
<i>Scinax staufferi</i>	Rana arborícola		
<i>Smilisca baudinii</i>	Rana arbórea		
<i>Triprrion petasatus</i>	Rana pico de pato		
MICROHYLIDAE			
<i>Hypopachus variolosus</i>	Rana manglera		
RANIDAE			
<i>Rana berlandieri</i>	Rana leopardo		
Pr = Sujeta a protección especial			

En cuanto a los reptiles, Lee (1996) enlista 51 especies potenciales para la zona que corresponden al 7.3% del total de especies de reptiles reportadas para México y que son las que se enlistan en el cuadro IV.8. Las especies corresponden a las familias Kinosternidae (2), Emydidae (3), Eublepharidae (1), Gekkonidae (2), Corytophanidae (2), Iguanidae (2), Phrynosomatidae (2), Polychridae (3), Scincidae (1), Teiidae (2), Boidae (1), Colubridae (26), Elapidae (1), y Viperidae (3).

Con respecto a los reptiles, nueve especies se encuentran catalogadas bajo protección especial, seis se encuentran amenazadas y ocho son endémicos como *Sceloporus chrysostictus*, *Dipsos brevifacies*, *Masticophis mentovarius*, *Sibon sanniola*, *Sibon sartorii*, *Symphimus mayae*, *Micrus diastema* y *Porthidium yucatanicum* (cuadro IV.8).

Hacemos mención y resaltamos que tanto las especies de anfibios como de reptiles enlistadas en la NOM-ECOL-059-2010 serán objeto de monitoreo previsto para dar seguimiento a la operación del proyecto y que de estar presentes merecerán una atención especial por parte del desarrollo ecoturístico Xibalbá.

Cuadro IV.8. Reptiles presentes en el área de estudio (Lee, 1996).			
Familia/Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endémica
KINOSTERNIDAE			
<i>Kinosternon creaseri</i>			
<i>Kinosternon scorpioides</i>			
EMYDIDAE			
<i>Rhinoclemmys areolata</i>			
<i>Terrapene carolina</i>			
<i>Trachemys scripta</i>			
EUBLEPHARIDAE			
<i>Coleonyx elegans</i>	Cuija yucateca	A	

Cuadro IV.8. Reptiles presentes en el área de estudio (Lee, 1996).

Familia/Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endémica
GEKKONIDAE			
<i>Hemidactylus turcicus</i>	Geco		
<i>Thecadactylus rapicaudus</i>	Geco patudo	Pr	
CORYTOPHANIDAE			
<i>Basiliscus vittatus</i>	Toloc o basilisco		
<i>Laemantus serratus</i>	Lemancto coronado	Pr	
IGUANIDAE			
<i>Ctenosaura defensor</i>			
<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana rayada	A	
PHRYNOSOMATIDAE			
<i>Sceloporus chrysostictus</i>	Lagartija		X
<i>Sceloporus lundelli</i>	Lagartija		
POLYCHROTIDAE			
<i>Anolis rodriguezzi</i>	Lagartija		
<i>Anolis sagrei</i>	Anolis pardo		
<i>Anolis sericeus</i>	Anolis yanqui		
SCINCIDAE			
<i>Eumeces schwartzei</i>			
TEIIDAE			
<i>Ameiva undulata</i>	Lagartija		
<i>Cnemidophorus angusticeps</i>	Merech		
BOIDAE			
<i>Boa constrictor</i>	Boa u Oxcán	A	
COLUBRIDAE			
<i>Coniophanes imperialis</i>	Culebra rayada		
<i>Coniophanes meridanus</i>	Culebra		
<i>Coniophanes schmidt</i>	Culebra		
<i>Dipsas brevifacies</i>	Chupa caracoles	Pr	X
<i>Dryadophis melanolomus</i>	Lagartijera		
<i>Drymarchon corais</i>			
<i>Drymobius margaritiferus</i>	Petatilla		
<i>Elaphe flavirufa</i>	Elafe		
<i>Ficimia publia</i>			

Cuadro IV.8. Reptiles presentes en el área de estudio (Lee, 1996).

Familia/Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endémica
<i>Imantodes tenuissimus</i>			
<i>Lampropeltis triangulum</i>	Falsa coral o coralillo	A	
<i>Leptodeira frenata</i>			
<i>Leptophis mexicanus</i>	Culebra ranera	A	
<i>Masticophis mentovarius</i>	Chicotera	A	X
<i>Ninia diademata</i>	Dormilona		
<i>Oxybelis aeneus</i>	Bejuquilla parda		
<i>Oxybelis fulgidus</i>	Bejuquilla verde		
<i>Senticolis triaspis</i>			
<i>Sibon fasciata</i>			
<i>Sibon sanniola</i>			X
<i>Sibon sartorii</i>	Falsa coralillo	Pr	X
<i>Spilotes pullatus</i>	Chirrionera, voladora		
<i>Sternorrhina freminvillei</i>			
<i>Symphimus mayae</i>	Culebra labios blancos maya	Pr	X
<i>Tantillita canula</i>			
ELAPIDAE			
<i>Micrus diastema</i>	Coralillo	Pr	X
VIPERIDAE			
<i>Agkistrodon bilineatus</i>	Uolpoch	Pr	
<i>Crotalus durissus</i>	Cascabel	Pr	
<i>Porthidium yucatanicum</i>	Nauyaca	Pr	X
Pr = Sujeta a protección especial, A = Amenazada			

Avifauna.

Según literatura publicada por MacKinnon (1992) y Howell y Webb (1995), en la zona se considera encontrar alrededor de 163 especies de aves que corresponden al 23% del total de especies reportadas para México. Este total de especies se encuentran repartidas en 30 familias y son las que se mencionan en el siguiente cuadro IV.9.

Cuadro IV.9. Avifauna en el área de estudio (Mackinnon 1992 y Webb 1995).

Familia / Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Estacionalidad	Endémica
TINAMIDAE				
<i>Crypturellus cinnamomeus</i>	Tinamú canelo		Residente	
ARDEIDAE				
<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera		Residente	
CATHARTIDAE				
<i>Coragyps atratus</i> (+)	Zopilote común		Residente	
<i>Cathartes burrovianus</i>	Zopilote sabanero		Residente	
<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura		Residente	
ACCIPITRIDAE				
<i>Buteo magnirostris</i> (+)			Residente	
<i>Buteo nitidus</i>			Residente	
FALCONIDAE				
<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo americano		Migratoria	
<i>Falco columbarius</i>	Halcón esmerejón		Migratoria	
<i>Micrastur semitorquatus</i>	Halcón selvático de collar	Pr	Residente	
<i>Herpetotheres cachinnas</i>	Halcón guaco		Residente	
CRACIDAE				
<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca		Residente	
PHASIANIDAE				
<i>Meleagris ocellata</i>	Guajolote ocelado	A	Residente	
<i>Colinus nigrogularis</i>	Codorniz yucateca		Residente	X
<i>Dactylortyx thoracicus</i>	Codorniz silbadora	Pr	Residente	
CHARADRIIDAE				
<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlo tildío		Migratoria	
COLUMBIDAE				
<i>Columba livia</i>	Paloma doméstica		Residente	
<i>Columbina minuta</i>	Tórtola pecho liso			
<i>Columba flavirostris</i>	Paloma morada		Residente	
<i>Zenaida asiática</i> (+)	Paloma ala blanca		Residente	
<i>Columbina passerina</i>	Tórtola coquita	A	Residente	
<i>Claravis pretiosa</i>	Tórtola azul		Residente	
<i>Columbina talpacoti</i>	Tórtola rojiza		Residente	
<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma arroyera	Pr	Residente	X
PSITTACIDAE				

Cuadro IV.9. Avifauna en el área de estudio (Mackinnon 1992 y Webb 1995).

Familia / Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Estacionalidad	Endémica
<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca		Residente	
<i>Amazona xantholora</i>	Loro yucateco	Pr	Residente	X
<i>Aratinga nana</i>	Perico pechisucio	Pr	Residente	
CUCULIDAE				
<i>Coccyzus americanus</i>	Cuclillo pico amarillo		Residente	
<i>Piaya cayana</i> (+)	Cuclillo canela		Residente	
<i>Geococcyx velox</i>	Correcaminos tropical		Residente	
<i>Dromococcyx phasianellus</i>	Cuclillo faisán	Pr	Residente	
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy		Residente	
TYTONIDAE				
<i>Tyto alba</i>	Lechuza de campanario		Residente	
STRIGIDAE				
<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolote bajoño		Residente	
<i>Bubo virginianus</i>	Búho cornudo	A	Residente	X
<i>Otus guatemalae</i>	Tecolote vermiculado		Residente	
<i>Ciccaba virgata</i>	Búho café	A	Residente	
CAPRIMULGIDAE				
<i>Nyctiphrynus yucatanicus</i>	Tapacamino yucateco		Residente	X
<i>Chordeiles acutipennis</i>	Chotacabras menor		Residente	
<i>Nyctidromus albicollis</i>	Chotacabras pauraque		Residente	
APODIDAE				
<i>Chaetura vauxi</i>	Vencejo de Vaux		Residente	
TROCHILIDAE				
<i>Anthracothorax previrostris</i>	Colibrí garganta negra		Residente	
<i>Amazilia yucatanensis</i>	Colibrí yucateco		Residente	
<i>Chlorostilbon canivetii</i>	Esmeralda tijereta		Residente	
<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí canela		Residente	
TROGONIDAE				
<i>Trogon melanocephalus</i>	Trogón cabeza negra		Residente	

Cuadro IV.9. Avifauna en el área de estudio (Mackinnon 1992 y Webb 1995).

Familia / Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Estacionalidad	Endémica
<i>Trogon violaceus</i>	Trogón violáceo		Residente	
MOMOTIDAE				
<i>Momotus momota</i> (+)	Momoto corona azul		Residente	
<i>Eumomota superciliosa</i>	Momoto ceja azul		Residente	
PICIDAE				
<i>Melanerpes pygmaeus</i> (+)	Carpintero yucateco		Residente	
<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje		Residente	
<i>Sphyrapicus varius</i>	Chupasavia maculado		Migratoria	
<i>Piculus rubiginosus</i>	Carpintero oliváceo		Residente	
<i>Picoides scalaris</i>	Carpintero mexicano		Residente	
<i>Veniliornis fumigatus</i>	Carpintero café		Residente	
<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero lineado		Residente	
<i>Campephilus guatemalensis</i>	Carpintero pico plata	Pr	Residente	
FURNARIIDAE				
<i>Synallaxis erithrorax</i>	Güitio pecho rufo		Residente	
DENDROCOLAPTIDAE				
<i>Dendrocincla anabatina</i>	Trepatroncos sepia	Pr	Residente	
<i>Dendrocincla homochroa</i>	Trepatroncos rojizo		Residente	
<i>Dendrocolaptes certhia</i>	Trepatroncos barrado	Pr	Residente	
<i>Sittasomus griseicapillus</i>	Trepatroncos oliváceo	Pr	Residente	
<i>Xiphorhynchus flavigaster</i>	Trepatroncos bigotudo		Residente	
FORMICARIIDAE				
<i>Thamnophilus doliatus</i>	Batara barrado		Residente	
TYRANIDAE				
<i>Camptostoma imberbe</i>	Mosquero lampiño		Residente	
<i>Myiopagis viridicata</i>	Elenia verdosa		Residente	
<i>Elaenia flavogaster</i>	Elenia vientre amarillo		Residente	
<i>Mionectes oleagineus</i>	Mosquero ocrillo		Residente	

Cuadro IV.9. Avifauna en el área de estudio (Mackinnon 1992 y Webb 1995).

Familia / Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Estacionalidad	Endémica
<i>Myiarchus yucatanensis</i>	Papamoscas yucateco		Residente	
<i>Oncostoma cinereigulare</i>	Mosquero pico curvo		Residente	
<i>Tolmomyias sulfurescens</i>	Mosquero ojo blanco		Residente	
<i>Myiobius sulphureipygius</i>	Mosquero rabadilla amarilla		Residente	
<i>Contopus virens</i>	Pibí oriental		Migratoria	
<i>Contopus cinereus</i>	Pibí tropical		Residente	
<i>Empidonax minimus</i>	Mosquero mínimo		Migratoria	
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero cardenal		Residente	
<i>Attila spadiceus</i>	Atila		Residente	
<i>Myiarchus yucatanensis</i>	Papamoscas yucateco		Residente	
<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Papamoscas tirano		Residente	
<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Papamoscas triste		Residente	
<i>Myiarchu crinitus</i>	Papamoscas viajero		Migratoria	
<i>Pachyramphus major</i>	Mosquero cabezón mexicano	Pr	Residente	X
<i>Pachyramphus aglaiae</i>	Mosquero cabezón		Residente	
<i>Pitangus sulfuratus (+)</i>	Luis bienteveo		Residente	
<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis pico grueso		Residente	
<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario		Residente	
<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical		Residente	
<i>Tyrannus couchii</i>	Tirano salvador		Residente	
<i>Tyrannus tyrannus</i>	Tirano dorso negro		Migratoria	
<i>Tityra semifasciata</i>	Titira enmascarada		Residente	
<i>Tytira inquisitor</i>	Titira pico negro		Residente	
HIRUNDINIDAE				
<i>Progne subis</i>	Golondrina azulnegra		Migratoria	
<i>Progne chaybea</i>	Golondrina acerada		Residente	
<i>Tachycineta bicolor</i>	Golondrina bicolor		Migratoria	
<i>Stelgidopteryx ridgwayi</i>	Golondrina yucateca		Residente	X
<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	Golondrina ala		Migratoria	

Cuadro IV.9. Avifauna en el área de estudio (Mackinnon 1992 y Webb 1995).

Familia / Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Estacionalidad	Endémica
	aserrada			
<i>Hirundo phyrronota</i>	Golondrina risquera		Migratoria	
<i>Hirundo fulva</i>	Golondrina pueblera		Residente	
<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta		Migratoria	
CORVIDAE				
<i>Cyanocorax yncas</i> (+)	Chara verde		Residente	
<i>Cyanocorax yucatanicus</i> (+)	Chara yucateca		Residente	X
<i>Cyanocorax morio</i>	Chara papán		Residente	
TROGLODYTIDAE				
<i>Thryothorus maculipictus</i>	Chivirín moteado		Residente	
<i>Thryothorus ludovicianus</i>	Chivirín de Carolina		Residente	
<i>Uropsila leucogastra</i>	Chivirín vientre blanco	Pr	Residente	
<i>Troglodytes aedon</i>	Chivirín salta pared		Residente	
MUSCICAPIDAE				
<i>Poliophtila caerulea</i>	Perlita azulgris		Residente	
<i>Turdus grayi</i>	Mirlo pardo		Residente	
<i>Catharus mustelinus</i>	Zorzal maculado		Migratoria	
MIMIDAE				
<i>Dumetella carolinensis</i>	Mauallador gris		Migratoria	
<i>Melanoptila glabirostris</i>	Mauallador negro		Residente	
<i>Mimus gilvus</i> (+)	Centzontle tropical		Residente	
VIREONIDAE				
<i>Vireo griseus</i>	Vireo ojo blanco		Migratoria	
<i>Vireo pallens</i>	Vireo manglero	Pr	Residente	
<i>Vireo flavifrons</i>	Vireo garganta amarilla		Migratoria	
<i>Vireo philadelphicus</i>	Vireo de Filadelfia		Migratoria	
<i>Vireo olivaceus</i>	Vireo ojo rojo		Migratoria	
<i>Vireo flavoviridis</i>	Vireo verdeamarillo		Residente	
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	Vireón ceja rufa		Migratoria	
EMBERIZIDAE				
<i>Vermivora pinus</i>	Chipe ala azul		Migratoria	
<i>Vermivora peregrina</i>	Chipe peregrino			
<i>Parula americana</i>	Parula nortea		Migratoria	

Cuadro IV.9. Avifauna en el área de estudio (Mackinnon 1992 y Webb 1995).

Familia / Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Estacionalidad	Endémica
<i>Dendroica petechia</i>	Chipe amarillo		Migratoria	
<i>Dendroica magnolia</i>	Chipe de magnolia	Pr	Migratoria	
<i>Dendroica coronata</i>	Chipe coronado		Migratoria	
<i>Dendroica virens</i>	Chipe dorso verde	Pr	Migratoria	
<i>Dendroica dominica</i>	Chipe garganta amarilla		Migratoria	
<i>Mniotilta varia</i>	Chipe trepador		Migratoria	
<i>Setophaga ruticilla</i>	Chipe flameante		Migratoria	
<i>Protonotaria citrea</i>	Chipe dorado		Migratoria	
<i>Seiurus aurocapillus</i>	Chipe suelero	Pr	Migratoria	
<i>Seiurus noveboracensis</i>	Chipe charquero	Pr	Migratoria	
<i>Oporornis formosus</i>	Chipe patilludo		Migratoria	
<i>Geothlypis trichas</i>	Mascarita común		Migratoria	
<i>Geothlypis poliocephala</i>	Mascarita pico grueso		Residente	
<i>Wilsonia citrina</i>	Chipe encapuchado	A	Migratoria	
<i>Icteria virens</i>	Buscabreña		Migratoria	
<i>Euphonia affinis</i>	Eufonia garganta negra		Residente	
<i>Euphonia hirundinacea</i>	Eufonia garganta amarilla		Residente	
<i>Habia fuscicauda</i>	Tángara garganta roja		Residente	
<i>Piranga rubra</i>	Tángara roja		Migratoria	
<i>Saltator coerulescens</i>	Picurero grisáceo		Residente	
<i>Saltator atriceps</i>	Picurero cabeza negra		Residente	
<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal rojo		Residente	
<i>Pheucticus ludovicianus</i>	Pico gordo pecho rosa		Migratoria	
<i>Cyanocopsa parellina</i>	Colorín azul negro		Residente	
<i>Passerina cyanea</i>	Colorín azul		Migratoria	
<i>Passerina ciris</i>	Colorín siete colores		Migratoria	
<i>Arremonops rufivirgatus</i>	Rascador oliváceo		Residente	
<i>Arremonops chloronotus</i>	Rascador dorso verde		Residente	

Cuadro IV.9. Avifauna en el área de estudio (Mackinnon 1992 y Webb 1995).

Familia / Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Estacionalidad	Endémica
<i>Sporophila torqueola</i>	Semillero de collar		Residente	
<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero brincador		Residente	
<i>Tiaris olivacea</i>	Semillero oliváceo		Residente	
<i>Dives dives</i>	Tordo cantor		Residente	
<i>Quiscalus mexicanus</i> (+)	Zanate mexicano		Residente	
<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojo rojo		Residente	
<i>Icterus mesomelas</i>	Bolsero cola amarilla		Residente	
<i>Icterus spurius</i>	Bolsero castaño		Migratoria	
<i>Icterus cucullatus</i>	Bolsero encapuchado	A	Residente	
<i>Icterus auratus</i> (+)	Bolsero yucateco	A	Residente	X
<i>Icterus gularis</i>	Bolsero de Altamira		Residente	
<i>Icterus chrysater</i>	Bolsero dorso dorado		Residente	
<i>Amblycercus holosericeus</i>	Cacique ojo claro		Residente	

(+) Nota: Las especies destacadas con un asterisco son aquellas cuya presencia fue constatada durante los muestreos de campo. Pr = Sujeta a protección especial, A = Amenazada

De la lista anterior, 120 corresponden a especies residentes, 43 son migratorias y 8 endémicas de la Provincia Biótica Península de Yucatán, destacándose la codorniz de Yucatán (*Colinus nigrogularis*), pavo ocelado (*Meleagris ocellata*), loro yucateco (*Amazona xantholara*), tapacaminos yucateco (*Nyctiphynus yucatanicus*), chara yucateca (*Cyanocorax yucatanicus*), entre otros. Además, existen 7 especies que se consideran amenazadas y 17 sujetas a protección especial según la NOM-059 (SEMARNAT, 2010). Como ha sido ya mencionado, serán objeto del sistema de monitoreo permanente planteado anteriormente para dar seguimiento a la operación del proyecto.

Mastofauna.

Considerando en la literatura los registros de Alcérreca y colaboradores (2009), Ceballos y Oliva (2005) y Hall (1981), se estima que para la región existen potencialmente 63 especies de mamíferos, que corresponden al 14% de la masto fauna reportada para México. Este número de especies corresponden a las familias Didelphimorphia (2), Dasypodidae (1), Soricidae (1), Emballonuridae (1), Mormoopidae (3), Phyllostomidae (11), Natalidae (1), Vespertilionidae (6), Molossidae (4), Primates (29, Canidae (2), Felidae (5), Mustelidae (6) Cervidae (2), Tayassuidae (1), Sciuridae (2), Geomyidae (1), Heteromyidae (1), Muridae 7) Erethizontidae (1), Cuniculidae (1), Dasypodidae (1) y Leporidae (1).

De este listado, se distinguen 12 especies bajo alguna categoría de riesgo, encontrándose solo 1 sujeta a protección especial, 5 amenazadas y 5 en peligro de extinción. El listado total de especies y las referencias de su estatus de conservación se mencionan en el siguiente cuadro IV.16.

Cuadro IV.10. Masto fauna que se presume presente en el área de estudio y áreas circunvecinas Alcérreca, C. y colaboradores (2009), Ceballos y Oliva (2005) y Hall (1981).			
Familia/Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endémica
DIDELPHIMORPHIA			
<i>Didelphis marsupialis</i>	(+) Zorro		
<i>Didelphis virginiana</i>	Zorro		
XENARTHRA		A	
<i>Tamandua mexicana</i>	Oso hormiguero		
DASYPODIDAE			
<i>Dasypus novemcinctus</i>	Armadillo		
SORICIDAE			
<i>Cryptotis mayensis</i>	Musaraña	Pr	X
EMBALLONURIDAE			
<i>Peropteryx macrotis</i>	Murciélago		
MORMOOPIDAE			
<i>Mormoops megalophylla</i>	Murciélago		
<i>Pteronotus davyi</i>	Murciélago		
<i>Pteronotus parnellii</i>	Murciélago		
PHYLLOSTOMIDAE			
<i>Micronycteris microtis</i>	Murciélago		
<i>Desmodus rotundus</i>	Murciélago		
<i>Diphylla ecaudata</i>	Murciélago		
<i>Chrotopterus auritus</i>	Murciélago	A	
<i>Mimon bennettii</i>	Murciélago		
<i>Glossophaga soricina</i>	Murciélago		
<i>Artibeus intermedius</i>	Murciélago		
<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago		
<i>Carollia sowelli</i>	Murciélago		
<i>Chiroderma villosum</i>	Murciélago		
<i>Dermanura phaeotis</i>	Murciélago		
NATALIDAE			
<i>Natalus stramineus</i>	Murciélago		
VESPERTILIONIDAE			
<i>Eptesicus furinalis</i>	Murciélago		

Cuadro IV.10. Masto fauna que se presume presente en el área de estudio y áreas circunvecinas Alcérreca, C. y colaboradores (2009), Ceballos y Oliva (2005) y Hall (1981).

Familia/Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endémica
<i>Lasiurus blossevillii</i>	Murciélago		
<i>Lasiurus ega</i>	Murciélago		
<i>Lasiurus intermedius</i>	Murciélago		
<i>Myotis keaysi</i>	Murciélago		
<i>Rhogeessa tumida</i>	Murciélago		
MOLOSSIDAE			
<i>Eumops glaucinus</i>	Murciélago		
<i>Molossus sinaloae</i>	Murciélago		
<i>Promops centralis</i>	Murciélago		
<i>Nyctinomops laticaudatus</i>	Murciélago		
PRIMATES			
<i>Alouatta pigra</i>	Mono aullador, saraguato	P	
<i>Ateles geoffroyi</i>	Mono araña	P	
CANIDAE			
<i>Canis latrans</i>	Coyote		
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	(+) Zorra gris		
FELIDAE			
<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	(+) Jaguarundi	A	
<i>Leopardus pardalis</i>	Ocelote	P	
<i>Leopardus wiedii</i>	(+) Tigrillo	P	
<i>Puma concolor</i>	Puma		
<i>Panthera onca</i>	Jaguar	P	
MUSTELIDAE			
<i>Mustela frenata</i>	Comadreja		
<i>Eira barbara</i>	Viejo de monte	P	
<i>Conepatus semistriatus</i>	Zorrillo		
<i>Spilogale puturius</i>	(+) Zorrillo		
<i>Procyon lotor</i>	(+) Mapache		
<i>Nasua narica</i>	(+) Tejón		
CERVIDAE			
<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca		
<i>Mazama americana</i>	Venado temazate		
TAYASSUIDAE			
<i>Tayassu tajacu</i>	Pearí de collar o jabalí		
SCIURIDAE			

Cuadro IV.10. Masto fauna que se presume presente en el área de estudio y áreas circunvecinas Alcérreca, C. y colaboradores (2009), Ceballos y Oliva (2005) y Hall (1981).

Familia/Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endémica
<i>Sciurus deppei</i>	Ardilla roja		
<i>Sciurus yucatanensis</i>	Ardilla gris		X
GEOMYDAE			
<i>Orthogeomys hispidus</i>	Tuza		
HETEROMYDAE			
<i>Heteromys gaumeri</i>	Ratón de abazones		
MURIDAE			
<i>Oligoryzomys fulvescens</i>	Ratón		
<i>Oryzomys melanotis</i>	Ratón		
<i>Otonyctomys hatti</i>	Ratón	A	
<i>Ototylomys phyllotis</i>	Ratón		
<i>Peromyscus yucatanicus</i>	Ratón		X
<i>Reithrodontomys gracilis</i>	Ratón		
<i>Sigmodon hispidus</i>	Ratón		
ERETHIZONTIDAE			
<i>Coendu mexicanus</i>	Puerco espín	A	
CUNICULIDAE			
<i>Cuniculus paca</i>	(+) Tepezcuintle		
DASYPROCTIDAE			
<i>Dasyprocta punctata</i>	(+) Sereque		
LEPORIDAE			
<i>Sylvilagus floridanus</i>	(+) Conejo		
(+) Nota: las especies destacadas con este signo son las que fueron detectadas durante el esfuerzo de fototrampeo. P = Peligro de extinción, Pr = Sujeta a protección especial, A = Amenazada			

Entre las especies de mamíferos endémicos de la Península se encuentran: la musaraña maya (*Cryptotis mayensis*), el ratón venado (*Peromyscus yucatanicus*) y la ardilla yucateca (*Sciurus yucatanensis*). Como ha sido mencionado, todas las especies que se encuentran en la NOM 059 SEMARNAT 2010, serán objeto del sistema de monitoreo permanente planteado anteriormente para dar seguimiento a la operación del proyecto.

En términos generales, y considerando las serias afectaciones relativas a la eliminación previa de la cobertura vegetal por las ajenas actividades agropecuarias realizadas desde décadas atrás en amplias porciones del conjunto de predios que ahora albergan al proyecto, debe anotarse que durante las fases de preparación y construcción tales impactos aumentarían, pero solo en respecto a las áreas de desplante y los caminos de acceso a estas (<5% del total), en tanto que disminuirían del todo, en el resto de la superficie al ser erradicadas de esta (95%), toda intervención humana.

Proceso de restauración que ya ha comenzado desde el momento en que ha sido evitado en un 100 % el efecto del sobrepastoreo, así como el uso del fuego utilizado antes para el mantenimiento de potreros. En tanto que, durante la fase de operación se estima que el conjunto de los impactos ambientales serán más bien positivos, puesto que esta iniciativa comprende la restauración y conservación a perpetuidad de estos amplios espacios, donde las comunidades silvestres verán garantizada su permanencia.

Por otra parte, los polígonos que albergan al proyecto y sus áreas de influencia no conforman ninguna zona de reproducción y/o alimentación de fauna terrestre que pudiera considerarse en riesgo. Las zonas de reproducción y/o anidación importantes del Estado de Yucatán, así como los corredores biológicos de importancia se encuentran distantes hacia la costa norte, precisamente en los polígonos de las Áreas Naturales Protegidas existentes de competencia estatal y federal, así como en la porción sur de la entidad. De tal manera que se reconoce que la fauna silvestre se distribuye aquí conforme a características del hábitat existente en la actualidad, tales como la heterogeneidad y complejidad vegetal, las características del sustrato, la presencia de competidores y depredadores, así como en respuesta al grado de perturbación, entendida causada por las actividades antropogénicas.

Índices de biodiversidad y valor de importancia Fauna

A partir de los resultados obtenidos del empleo del conjunto de 9 cámaras trampa (fig. 34 y 35) utilizadas hasta lograr un esfuerzo de muestreo de más de 560 días efectivos, y contrario a lo que pudiese pensarse, la cámara que exhibió la mayor abundancia de registros y riqueza de especies (cámara # 8) fue justamente una de las ubicadas en una de las áreas más perturbadas:

Cuadro IV.11 Coordenadas que ubican las cámaras trampa dentro de los predios en cuestión del proyecto.		
ID	Coordenada X	Coordenada Y
Cámara 1	399453.614279	2303383.07960
Cámara 2	399124.025226	2303319.14258
Cámara 3	398620.803295	2303438.74241
Cámara 4	398997.906326	2302775.55257
Cámara 5	398687.247645	2302938.27855
Cámara 6	398329.701819	2303313.87718
Cámara 7	396625.788782	2306219.00938
Cámara 8	397457.193996	2306027.51924
Cámara 9	396665.400009	2305843.34856

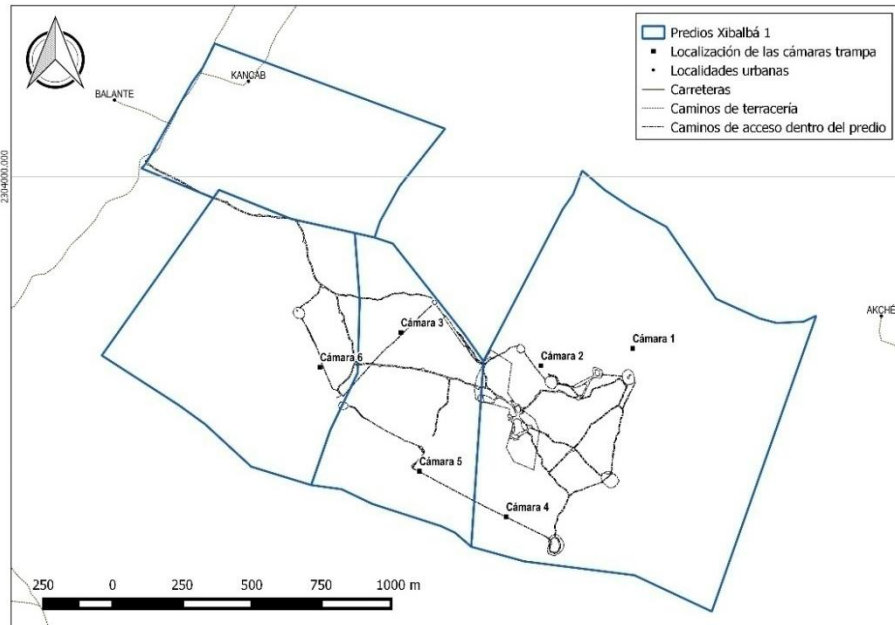


Figura IV.34
 Ubicación y distribución espacial de las cámaras trampa colocadas en el complejo de predios que conforman Xibalbá 1.

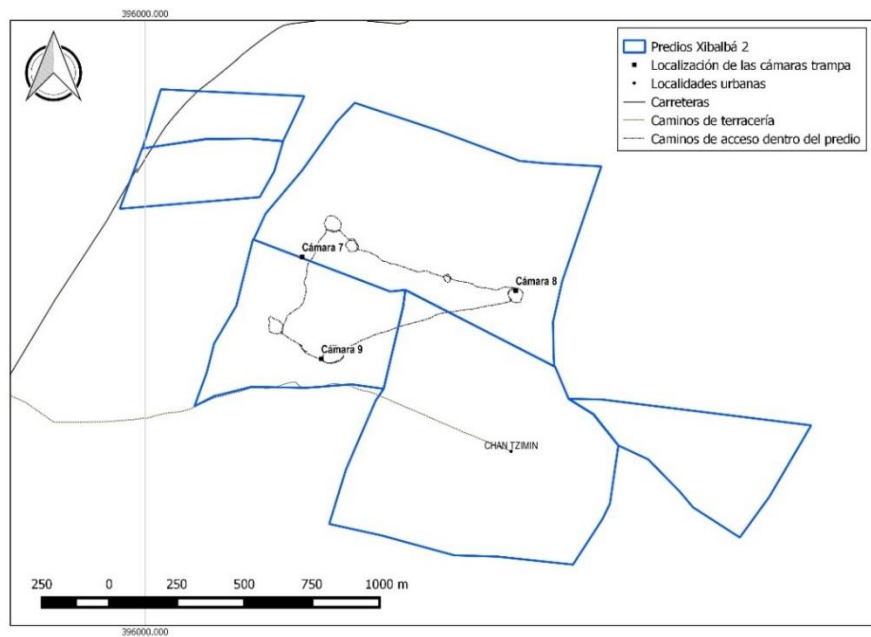


Figura IV.35
 En la imagen se muestra la ubicación y distribución espacial de las cámaras trampa colocadas en el complejo de predios que conforman Xibalbá 2.

Cuadro IV.12- Mamíferos cursoriales en el área de Xibalbá muestreados mediante cámaras trampa con un esfuerzo de muestreo de 567 Días cámara (9 cámaras x 63 días) Fuente: DTU / Xibalbá (Biocenosis en Revisión)

Nombre común	Nombre científico	Número de fotos	IAR*
Tlacuache	<i>Didelphis marsupialis</i>	5	8.3
Oso hormiguero	<i>Tamandua mexicana</i>	3	5.0
Conejo	<i>Sylvigalus floridanus</i>	4	6.7
Jaguarundi	<i>Puma yaguarondi</i>	3	5.0
Tigrillo	<i>Leopardus wiedii</i>	2	3.3
Perro	<i>Canis familiaris</i>	4	6.7
Zorra gris	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	14	23.3
Coati	<i>Nasua narica</i>	11	18.3
Mapache	<i>Procyon lotor</i>	10	16.7
Zorrillo	<i>Spilogale putorius</i>	3	5.0
Sereque	<i>Dasyprocta punctata</i>	2	3.3
Tepezcuintle	<i>Cuniculus paca</i>	1	1.7
TOTAL		62	
*IAR = frecuencia de aparición de cada una de las especies.			

Nota: En virtud de que muy probablemente en cada una de las cámaras los individuos registrados por especie pudieran haber sido fotografiados en diversas ocasiones, pensando en que la mayoría de estos mantiene un territorio o un área limitada de actividad, para evitar cualquier sobre estimación en el desarrollo de la fórmula de índice de diversidad de Menhinick, será considerado como un evento único la presencia de cada uno de estos ejemplares, a excepción de cuando en la misma imagen aparecen 2 o tres de estos.

Cuadro IV.13 Número de ejemplares por especie por cámara registrados en Xibalbá durante los 63 días de monitoreo ininterrumpido

Nombre común	Nombre científico	Cámaras									total
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Tlacuache	<i>Didelphis marsupialis</i>								x		1
Oso hormiguero	<i>Tamandua mexicana</i>	x							x		2
Conejo	<i>Sylvigalus floridanus</i>					x		x		x	3
Jaguarundi	<i>Puma yaguarondi</i>							x	x		2
Tigrillo	<i>Leopardus wiedii</i>								x		1
Perro	<i>Canis familiaris</i>	x							x		2
Zorra gris	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>				x			x	xx		4
Coati	<i>Nasua narica</i>								x	x	2
Mapache	<i>Procyon lotor</i>					xx		x	xx	x	6
Zorrillo	<i>Spilogale putorius</i>								x		1
Sereque	<i>Dasyprocta punctata</i>								x		1
Tepezcuintle	<i>Cuniculus paca</i>								x		1
Especies registradas x cámara		2	0	0	1	3	0	4	13	3	26



biocenosis, A.C.

Para la Conservación de la Naturaleza



www.biocenosis.org.mx

MIA MP / CUS para el Desarrollo Ecoturístico Xibalbá

Capítulo IV



Fotografía IV.1 a la IV.6: Conejo, Osos Hormiguero, Mapache, tejón, Zorra gris y trigrillo respectivamente

Por otra parte, las especies que, dentro de las fotografías registradas, aparecieron menos frecuentemente están los tepezcuintles, sereques y tigrillos (8% del total de las fotografías). Los tepezcuintles y sereques son especies de importancia cinegética en la región, sin embargo su baja frecuencia de aparición indica la sobre explotación de la que son objeto (como queda corroborado con la fotografía IV.7) y/o a la fragmentación de los hábitat que resulta evidente en la zona.

Sobre todos los datos sobresale el hecho de que no hayan aparecido especies de tamaño mayor, como es el caso de los venados, siendo que estas especies han aparecido en infinidad de otros trabajos similares aun en áreas prácticamente suburbanas y otros escenarios de fuerte actividad de caza de autoconsumo.

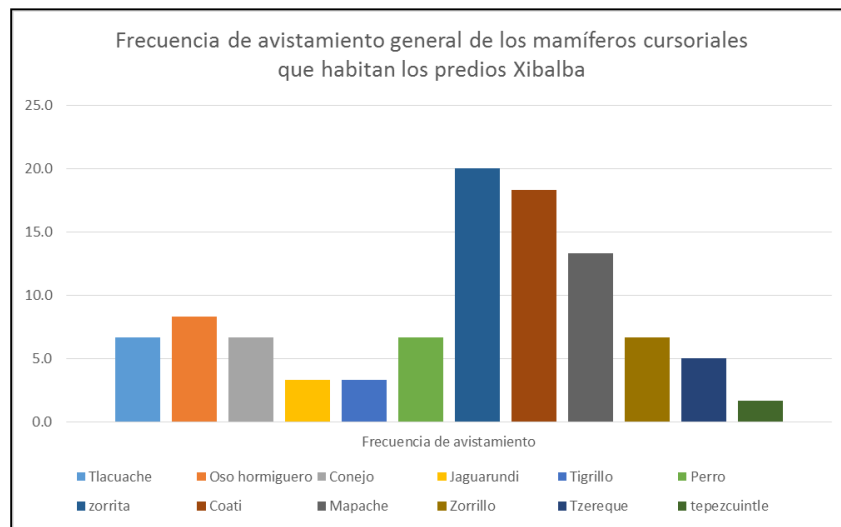


Figura IV.36. Gráfica de la frecuencia de avistamientos de los mamíferos cursoriales que habitan en los predios Xibalbá.



Fotografía IV.7. En la imagen se evidencia la presencia de cazadores furtivos en el área de estudio, un factor que sin duda ha definido el inventario actual, enormemente empobrecido, de la fauna silvestre que ha sido registrado por el sistema de monitoreo instrumentado mediante cámaras trampa. Sistema que ha arrojado, como uno de los datos más destacados la total ausencia de cérvidos en la zona, caso sin precedentes aun al ser comparado con sitios tan frecuentados por población humana como podrían ser los propios alrededores de Mérida.

Respecto a especies que pudieran resultar indicadoras de buen estado de conservación del hábitat aparecieron el tigrillo, jaguarundi y el oso hormiguero. Hacemos mención que las tres especies aparecieron en la zona muestreada por la cámara 1 y 4 que corresponden al predio de Xibalbá 1, localidades que presenta mucho mejor cobertura forestal que el resto y sobre todo que contrastan en ello en relación a lo que ocurre en Xibalbá 2 donde imperan terrenos antiguos potreros todavía con amplia cobertura de pastos forrajeros.

Con respecto al tigrillo fue imposible corroborar que se tratara del mismo individuo el que aparece en las distintas fotografías pues no pudo compararse el patrón de manchas presente en su pelaje, sin embargo existe la posibilidad de que esto sea afirmativo ya que ambas fotografías fueron tomadas en la misma cámara siendo estos animales territoriales. Caso e hipótesis aplicable con respecto al jaguarundi y oso hormiguero, donde la identificación individual de estos no es posible porque no su piel no presenta un patrón de manchas que nos ayude a esta tarea.

La situación evidente de la cacería con toda seguridad podrá ser corregida contando con la influencia conservacionista del Desarrollo Ecoturístico Xibalbá, con las campañas de vigilancia de educación, difusión y con la influencia positiva sobre las comunidades aledañas de donde provendrá la mayoría de los empleados de los que precisará esta iniciativa.

Información que se considera la línea base y soporte del sistema de monitoreo de fauna silvestre (utilizando en este caso a los mamíferos cursoriales como principal indicador de salud del sistema) planteado como una actividad permanente que deberá acompañar a este proyecto en todas sus fases de desarrollo.

Índices de diversidad por grupo faunístico estudiado

Como indicadores de la diversidad faunística se usarán las siguientes variables: 1) Número de especies, 2) diversidad, medida con el índice de Shannon-Wiener (H'), el cual se basa en el número de especies raras.

Para determinar la diversidad de la fauna presente se utilizó el paquete estadístico Species Diversity and Richness III. El índice de diversidad utilizado es el de Shannon-Wiener (H').

Dominancia de Berger-Parker (d). Es un índice de diversidad simple basado en la importancia proporcional de las especies más abundantes, es completamente independiente del número de especies (S), por lo que algunos autores lo recomiendan como uno de los mejores índices (Moreno, 2000).

$$d = N_{\max} / N$$

Se calculó el índice de equidad de Pielou (J' , Magurran, 2004):

$$J' = H' / H_{\max}$$

Parámetros de diversidad por grupo de fauna terrestre estudiado.

Parámetros de diversidad	Herpetofauna	Avifauna	Mastofauna
S	5	76	11
N	9	172	64
H'	1.427	3.959	2.178
Berger-Parker(D)	0.4444	0.0872	0.2273
Equitatividad (J)	0.8867	0.9198	0.8491

Donde el número de especies registradas fue de 11 y el número de registros fue de 245, destacando el grupo aves el más diverso.

Fauna acuática.

Según los reportes de autores como Camargo-Guerra, et al. 2013; Fiers et al., 1996; Iliffe, 1993; Smirnov& Elías-Gutiérrez, 2011; Suárez-Morales & Rivera-Arriaga, 1998; Suárez-Morales, 2003; Suárez-Morales et al. 2004 la fauna acuática de los cenotes de la península de Yucatán, se encuentra compuesta por aproximadamente 151 especies (cuadro IV.14). Entre los grupos más diversos en esta región, se encuentran los crustáceos (104), los peces (40) y los rotíferos (7).

Cuadro IV.14 Listado de Taxa encontrados en las localidades acuáticas de la península de Yucatán. Se indican aquellas que se encuentren incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Especie/Clase	NOM-059-SEMARNAT 2010	Endemismo local
ROTIFERA		
<i>Brachionus sp</i>		
<i>Keratella americana</i>		
<i>Lecane culeata</i>		
<i>Lecane furcata</i>		
<i>Lecane luna</i>		
<i>Lepadella sp</i>		
<i>Polyarthra vulgaris</i>		
REMIPEDIA		
<i>Speleonectes tulumensis</i>		X
CLADOCERA		
<i>Alona pectinata</i>		
<i>Alonella sp</i>		
<i>Anguilla rostrata</i>		
<i>Bosmina tubicen</i>		
<i>Ceriodaphnia cornuta</i>		
<i>Ceriodaphnia rigaudi</i>		
<i>Chydoridae</i>		

Cuadro IV.14 Listado de Taxa encontrados en las localidades acuáticas de la península de Yucatán. Se indican aquellas que se encuentren incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Especie/Clase	NOM-059-SEMARNAT 2010	Endemismo local
<i>Chydorus sp</i>		
<i>Daphnia galeata</i>		
<i>Daphniahyalina</i>		
<i>Daphnialongispina</i>		
<i>Daphniapulex</i>		
<i>Dunhevediasp</i>		
<i>Echinisca rosea</i>		
<i>Euryalona sp</i>		
<i>Graptoleberis testudinaria</i>		
<i>Latonopsis fasciculata</i>		
<i>Macrothrix sp</i>		
<i>Moina affinis</i>		
<i>Moina dumonti</i>		
<i>Moina micrura</i>		
<i>Moinadaphnia sp</i>		
<i>Pleuroxus sp</i>		
<i>Scapholeberis sp</i>		
<i>Simocephalus seffulatus</i>		
COPEPODA		
<i>Acanthocyclops rebecca</i>		
<i>Acanthocyclops robustus</i>		
<i>Acanthocyclops smithae</i>		
<i>Apocyclops panamensis</i>		
<i>Arctodiaptomus dorsalis</i>		
<i>Cletocamptus deitersi</i>		
<i>Diacyclop bernardi</i>		
<i>Diacyclops chakan</i>		
<i>Diacyclops ecabensis</i>		
<i>Diacyclops pilosus</i>		
<i>Diacyclops puuc</i>		
<i>Eucyclops agilis</i>		
<i>Eucyclopscon rowae</i>		
<i>Halicydops caneki</i>		
<i>Leptodiaptomus novamexicanus</i>		
<i>Macrocydops albidus</i>		
<i>Mastigodiaptomus albuquerquensis</i>		

Cuadro IV.14 Listado de Taxa encontrados en las localidades acuáticas de la península de Yucatán. Se indican aquellas que se encuentren incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Especie/Clase	NOM-059-SEMARNAT 2010	Endemismo local
<i>Mastigodiptomus maya</i>		X
<i>Mastigodiptomus nesus</i>		
<i>Mastigodiptomus reidae</i>		
<i>Mastigodiptomus texenis</i>		
<i>Mesocyclops chaci</i>		
<i>Mesocyclops edax</i>		
<i>Mesocyclops leuckarti</i>		
<i>Mesocyclops longisetus</i>		
<i>Mesocyclops longisetus curvatus</i>		
<i>Mesocyclops pescei</i>		
<i>Mesocyclops redai</i>		
<i>Mesocyclops yutsil</i>		
<i>Microcyclops ceibaensis</i>		X
<i>Microcyclops dubitabilis</i>		
<i>Microcyclops echinatus</i>		
<i>Microcyclops rubellus</i>		
<i>Neutrocyclops brevifurca</i>		
<i>Nitokrala custris</i>		
<i>Pseudodiptomus marshi</i>		
<i>Thermocyclops inversus</i>		
<i>Thermocyclops tenuis</i>		
AMPHIPODA		
<i>Bahadzia bozanici</i>		
<i>Bahadzia setodactylus</i>		
<i>Hyaella azteca</i>		
<i>Mayaweckelia cenotocola</i>		X
<i>Mayaweckelia yucatanensis</i>		X
<i>Quadrivisio lutzi</i>		
<i>Tuluweckelia cernua</i>		X
ISOPODA		
<i>Bahalana mayana</i>		X
<i>Creaseriella anops</i>		X
MYSIDACEA		
<i>Antromysis cenotensis</i>	A	X
OSTRACODA		
<i>Candonocypris serratomarginata</i>		X

Cuadro IV.14 Listado de Taxa encontrados en las localidades acuáticas de la península de Yucatán. Se indican aquellas que se encuentren incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Especie/Clase	NOM-059-SEMARNAT 2010	Endemismo local
<i>Chlamydotheca texasiensis</i>		
<i>Cypridopsis inaudita</i>		
<i>Cypridopsis mexicana</i>		
<i>Cypridopsis niagrensis</i>		
<i>Cypridopsisir homboidea</i>		
<i>Cypridopsis yucatanensis</i>		X
<i>Cyprinotus putei</i>		
<i>Cyprinotus symmetricus</i>		
<i>Danielopolina mexicana</i>	P	X
<i>Darwinuta stevensoni</i>		
<i>Eucypris cisternina</i>		
<i>Eucypris serratmarginata</i>		
<i>Herpetocypris meridiana</i>		
<i>Metacypris americana</i>		
<i>Stenocypris fontinalis</i>		
<i>Strandesia intrepida</i>		
<i>Strandesia obtusata</i>		
DECAPODA		
<i>Agostocaris bozanici</i>		X
<i>Calliasmata nohochi</i>		X
<i>Creaseria morleyi</i>	A	X
<i>Janicea antiguensis</i>		X
<i>Parahippo lytesterreri</i>		X
<i>Procaris sp</i>		X
<i>Somersiella stefferi</i>		X
<i>Tulmella unidens</i>		X
<i>Typhlatya campechae</i>	P	X
<i>Typhlatya mitchelli</i>	A	
<i>Typhlatya pearsei</i>	A	
<i>Yagerocaris cozumel</i>		X
OSTEICHTHYES		
<i>Archocentrusocto fasciatus</i>		
<i>Astyanax aeneus</i>		
<i>Astyanax altior</i>	A	X
<i>Astyanax fasciatus</i>	A	X
<i>Belones oxbelizanus</i>		

Cuadro IV.14 Listado de Taxa encontrados en las localidades acuáticas de la península de Yucatán. Se indican aquellas que se encuentren incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Especie/Clase	NOM-059-SEMARNAT 2010	Endemismo local
<i>Cichlasoma friedrichstali</i>		
<i>Cichlasoma meeki</i>		
<i>Cichlasoma octofasciatum</i>		
<i>Cichlasoma robertsoni</i>		
<i>Cichlasoma salvini</i>		
<i>Cichlasoma synspilum</i>		
<i>Cichlasoma urophthalmus</i>		
<i>Cyprinodon beltrani</i>	A	X
<i>Cyprinodon labiosus</i>	P	X
<i>Cyprinodon maya</i>	P	X
<i>Cyprinodon simus</i>	P	X
<i>Cyprinodon verucundus</i>	P	X
<i>Eleotris picta</i>		
<i>Eleotris pisonis</i>		
<i>Floridichthys polyommus</i>		
<i>Gambusia yucatana</i>		
<i>Gerresci nereus</i>		
<i>Gobiomorus dormitor</i>		
<i>Lophogobius cyprioides</i>		
<i>Lucifuga sp</i>		
<i>Lutjanus griseus</i>		
<i>Megalop satlanticus</i>		
<i>Ogilbia pearsei</i>	P	X
<i>Ophisternon aenigmaticum</i>		
<i>Ophisternon infernale</i>	P	X
<i>Petenia splendida</i>		
<i>Poecilia mexicana</i>		
<i>Poecilia orri</i>		
<i>Poecilia velifera</i>	Pr	
<i>Rhamdiaguate malensisdecolor</i>	Pr	
<i>Rhamdiaguate malensisdepressa</i>	Pr	
<i>Rhamdiaguate malensissacrificii</i>		
<i>Strongy luranotata</i>		
<i>Symbranchus marmoratus</i>		
<i>Thorichthys meeki</i>		

SP= Sujetas a Protección Especial, AM= Amenazadas y PE= En Peligro de Extinción.

Resultados de trabajos de campo:

A continuación se presenta la información generada mediante los muestreos de campo dirigidos a ilustrar la composición y características de las comunidades de la fauna acuática que coexisten en la serie de cenotes muestreados para tal efecto dentro de los predios que integran el Desarrollo Ecoturístico Xibalbá, todo ello con el objetivo de conformar la información línea base del sistema de monitoreo que se prevé mantener de forma permanente para dar seguimiento a la evolución de los impactos generados durante las fase subsiguientes a la preparación del sitio y durante la que se visualiza como una larga fase de operación del mismo.

Recolección de sedimento.

Para observar la fauna bentónica, se realizó una colecta de sedimento en los 4 cenotes seleccionados (cuadro V.15), mediante buceo autónomo y con ayuda de nucleadores fabricados con PVC, los cuales tuvieron una dimensión de 5 cm de diámetro por 7 cm de alto. Las muestras fueron contenidas en envases plásticos con un volumen 100 ml, debidamente etiquetados y mantenidas a 4°C para su ulterior análisis en el laboratorio.

Cuadro IV.15 Coordenadas geográficas de los cuatro cenotes muestreados.		
CENOTE	LATITUD	LONGITUD
CASCADA	20°51'01.31"	87°59'42.03"
3 LABIOS	20°50'58.06"	87°59'34.71"
3 BOCAS	20°49'24.57"	87°58'01.69"
VERDE	20°49'35.57"	87°57'59.10"

Recolección de plancton.

Las muestras se obtuvieron utilizando una red cónica de 150 cm de longitud, 30 cm de diámetro de la boca, y con un recolector con malla de 300 µm. La red era arrastrada por un buzo que nadaba en la superficie del cenote, a una velocidad constante durante tres minutos. Las muestras obtenidas, fueron colocadas en envases plásticos de 100 ml, y fijadas con formol al 4% y agua del mismo lugar.

Recuperación de los organismos.

Para la recuperación de los organismos, tanto bentónicos como planctónicos, se filtró el sedimento utilizando un tamiz con abertura de malla de 250 µm. El material retenido en dicho tamiz, fue preservado en alcohol al 70% para posteriormente ser teñido con rosa de Bengala, lo que permitió que todos los organismos se tiñeran de un color rosa intenso, facilitando su observación y su recuperación. Por último, los organismos fueron separados, contados e

identificados a la categoría Taxonómica más precisa mediante el uso de microscopios estereoscópicos y compuestos.

Resultados.

En la Cuadro IV.16 se muestra los Taxa identificados y el número de organismos por Taxón en las cuatro localidades muestreadas

Cuadro IV.16. Composición de la microfauna y macrofauna de los cuatro cenotes estudiados.						
PHYLLUM	CLASE	TAXON	ESTACIÓN			
			3 LABIOS	VERDE	3 BOCAS	CASCADA
Mollusca	Gastropoda	Gastropoda 1* (B)	4	1	-	-
Arthropoda		Cypridopsis yucatanensis (B)	56	11	-	-
Arthropoda	Eumalacostraca	Antromysiscenotensis (P)	4	1	-	3
Arthropoda	Copepoda	Mesocyclops sp. (P)	1	-	-	1
Arthropoda	Copepoda	Arctodiaptomus dorsalis (P)	-	1	-	2
Arthropoda	Malacostraca	Bahadzia bozanici (P)	-	-	1	-
Arthropoda	Brachiopoda	Moina sp. (P)	-	-	2	-
Arthropoda	Malacostraca	Mayaweckelia sp. (P)	-	5	2	-
Arthropoda	Brachiopoda	Cladocera 1 (P)	-	2	-	-

*Ningún espécimen del Taxón Gastropoda fue encontrado completo. (B); muestra bentónica y (P) muestra planctónica.

Listado faunístico de ejemplares colectados

La clasificación de los organismos colectados se realizó en base a los trabajos de Suárez-Morales y Rivera-Arriaga (1998), Schmitter-Soto et al. (2002) y Smirnov y Elías-Gutiérrez (2011).

Phylum MOLLUSCA

Clase Gastropoda

Gastropoda 1

Phylum ARTHROPODA

Subphylum CRUSTACEA

Clase Ostracoda

Orden Podocopa

Familia: Cyprididae

Cypridopsis yucatanensis

Clase Eumalacostraca

Orden Mysidacea

Familia Mysidae

Antromysis cenotensis

Clase Malacostraca

Orden Amphipoda

Familia Hadziidae

Bahadzia bozanici

Mayaweckelia sp.
 Clase Copepoda
 Orden Cyclopoida
 Familia Cyclopidae
 Mesocyclops sp.
 Orden Calanoida
 Familia Diaptomidae
 Arctodiaptomus dorsalis
 Clase Brachiopoda
 Orden Cladocera
 Cladocera 1
 Familia Moinidae
 Moina sp.

Abundancia absoluta.

Durante los muestreos se encontraron dos Phyla distintos: Arthropoda, que presentó 92 organismos (94.8% del total de la muestra) y Mollusca, con apenas 5 organismos (5.2%). La estación 3 Labios tuvo el mayor número de organismos del muestreo (65); mientras que la estación 3 Bocas, con 5 individuos, fue la que registró la abundancia más baja (Fig. IV.36).

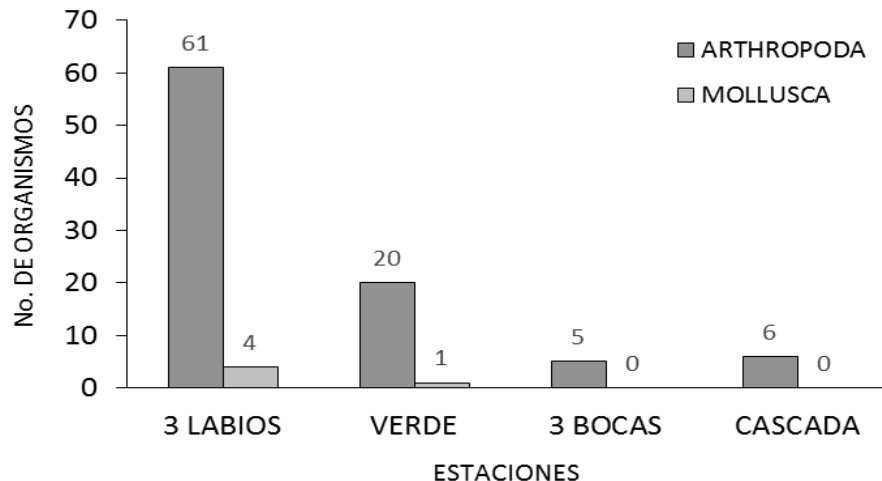


Figura IV.36
 Número de organismos de cada Phylum presentes en las cuatro estaciones

Mysidaceos, Amphipodos, copepodos y una especie de gasterópodo, se encontraron dentro de los cinco Taxa dominantes en términos de abundancia y proporción. La especie *Cypridopsis yucatanensis* presentó la mayor abundancia del muestreo (67 organismos) (Fig. V.36).

Las 4 estaciones muestreadas presentaron especies y abundancias variables entre ellas. En los cenotes 3 Labios y Verde, *Cypridopsis yucatanensis* mantuvo la dominancia en el número de organismos. *Antromysis cenotensis* se presentó en todos los cenotes, excepto en 3 Bocas, siendo la especie más abundante en Cascada. Las especies *Moina* sp. y *Bahadzia bozanici*, solo se encontraron en la estación 3 Bocas.

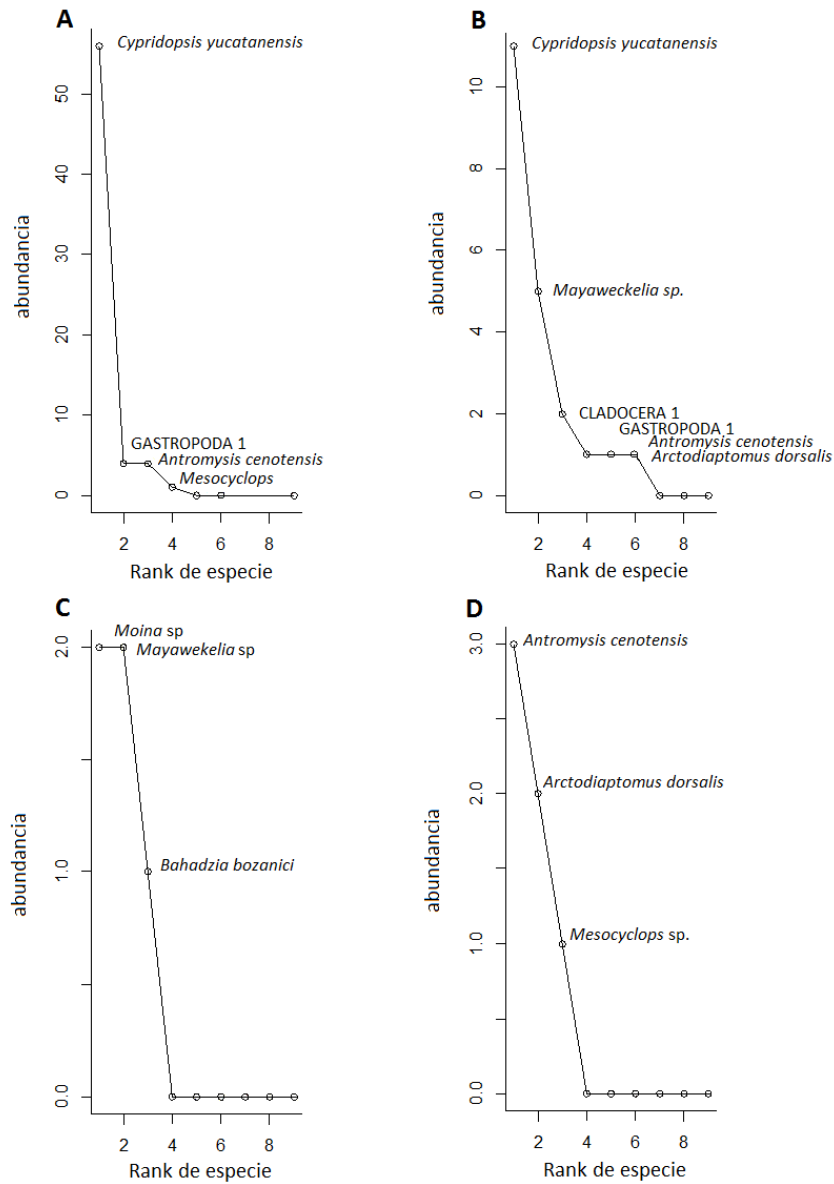


Figura IV.37 Abundancia de los principales Taxa por estación. A, 3 Labios; B, Verde; C, 3 Bocas y D, Cascada.

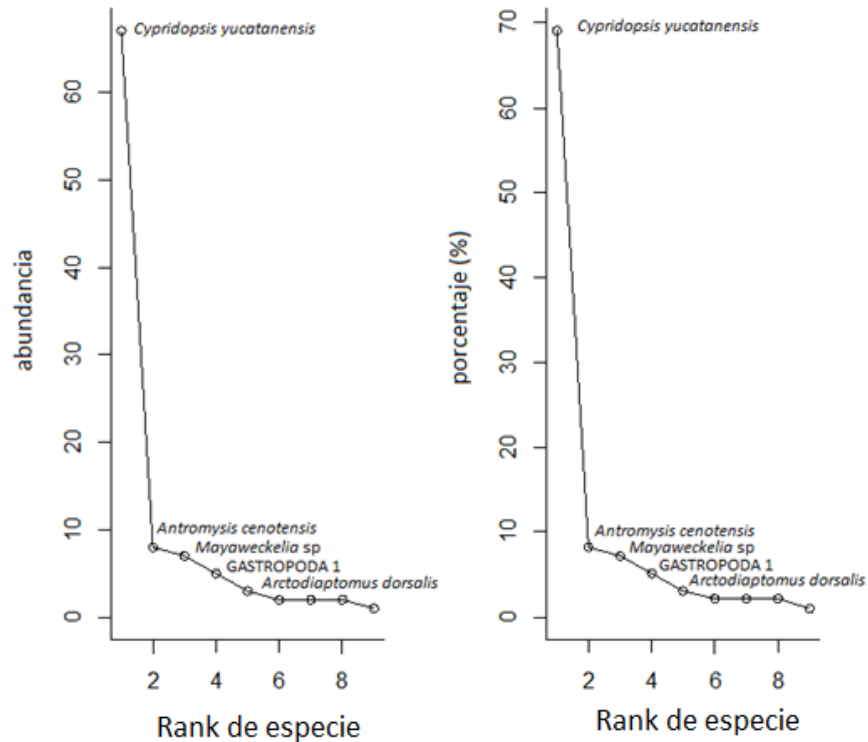


Figura IV.38. Abundancia general (abundancia y proporción) de los principales Taxa del área de estudio.

Riqueza de especies.

Se obtuvo un total de 9 Taxa agrupados en 2 Phyla, 6 clases, 7 órdenes y 7 familias. Las clases Malacostraca, Copepoda y Brachiopoda, con dos especies cada una, fueron las más diversas (Figura V.39). El resto de las clases tuvieron solo una especie.

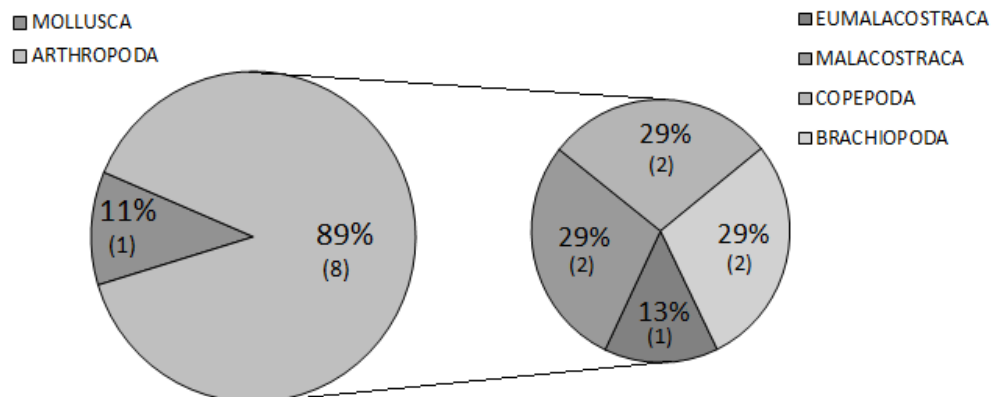


Figura IV.39. Porcentaje de Taxa perteneciente a cada uno de los Phylum presentes en los cuatro cenotes. Los valores entre paréntesis, indican el número de Taxa.

El cenote Verde fue el más rico en especies (6), seguido de 3 Labios (4) y por último, 3 Bocas y Cascada (3). Los moluscos fueron el Phylum con menor riqueza, presentando una única especie en dos de las estaciones (3 Labios y Verde), mientras que los artrópodos (crustáceos) con 8 especies distribuidas en los cuatro cenotes fueron el grupo más diverso (Fig. IV.40).

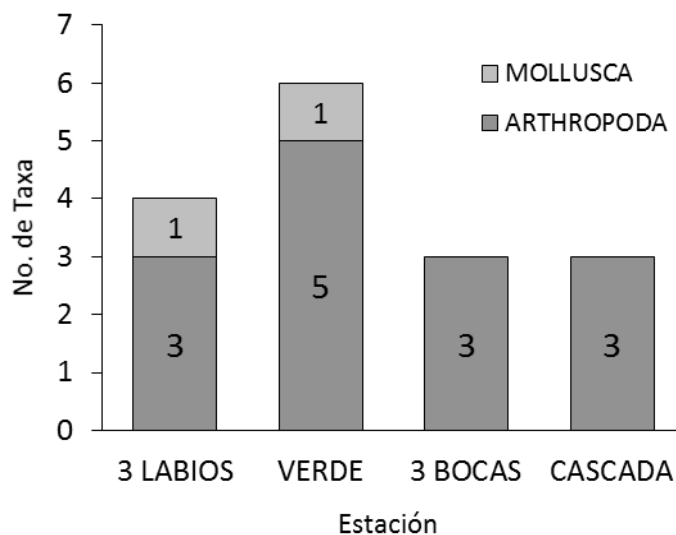


Figura IV.40. Riqueza de especies para cada Phylum en los 4 cenotes estudiados.

Especies protegidas.

En la cuadro IV.17 se presenta el listado de especies y se señala si son especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, la cual tiene como objeto identificar y especies en peligro y catalogarlas en tres categorías: 1) en peligro de extinción, 2) amenazada y 3) sujetas a protección especial.

Cuadro IV.17. Listado de especies de fauna acuática de cenotes de los predios de Xibalbá 1 y 2.				
Taxón	INCLUIDA EN LA NOM-059			
	Sí			No
	SP	AM	PE	
GASTROPODA 1				X
<i>Cypridopsis yucatanensis</i>				X
<i>Antromysis cenotensis</i>				X
<i>Mesocyclops sp.</i>				X
<i>Arctodiaptomus dorsalis</i>				X
<i>Bahadzia bozanici</i>				X
<i>Moina sp.</i>				X
<i>Mayawekelia sp.</i>				X
CLADOCERA 1				X

Ya hablando en particular de nuestra área de estudio y según fuera informado antes, como resultado de los muestreos realizados exprofeso, se encontraron un total de 97 organismos distribuidos en los cuatro cenotes. El cenote 3 *Labios* tuvo el mayor número de organismos del muestreo (65); mientras que el 3 *Bocas*, con 5 individuos, fue la que registró la abundancia más baja.

Los organismos encontrados corresponden a 9 Taxa distintos, agrupados en 2 Phyla: Mollusca y Arthropoda. El cenote *Verde* presento mayor diversidad con 6 especies distintas; por su parte, las estaciones con menor diversidad fueron 3 *Bocas* y *Cascada* con 3 especies en cada una. Dos de los Taxa encontrados son de hábitos bentónicos (GASTROPODA 1 y *Cypridopsis yucatanensis*), el resto de los Taxa (7), fueron recuperados como parte del plancton.

En los cenotes 3 *Bocas* y *Cascada*, no se reportaron organismos bentónicos. De acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, ninguna de las especies reportadas en este informe se encuentra bajo alguna categoría de protección.

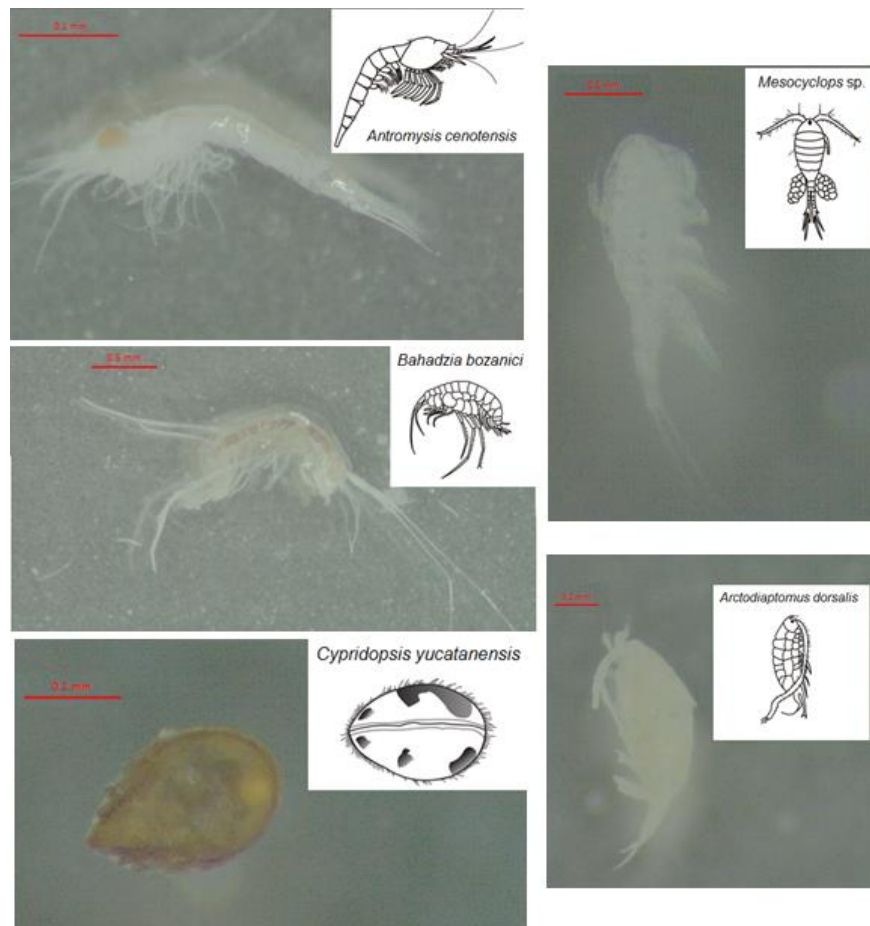


Figura IV.41. Imágenes de las especies de la microfauna encontradas en los cenotes muestreados.

IV.2.3. Paisaje

El paisaje que impera en la actualidad en el conjunto de los 10 predios adquiridos para albergar al Desarrollo Ecoturístico Xibalbá y en general en toda la amplia Unidad de Gestión Ambiental a la que esta corresponde, consiste en un mosaico de escenarios que mantienen una comunidad de selva mediana subcaducifolia en distintos grados de alteración derivado de las actividades agropecuarias desarrolladas ahí desde tiempos inmemorables. Algunos de estos predios presentan porciones que cuentan con atributos (número de árboles con diámetros mayores a 25 cm de diámetro por hectárea y cobertura basal) que le confieren el calificativo de “forestales”, en tanto que otras muchas superficies exhiben comunidades mono específicas de gramíneas que los evidencian como potreros clásicos de la actividad ganadera extensiva que se practica ampliamente en la región.

- La visibilidad

Como producto de la homogeneidad de la topografía llana del terreno que resulta característica de toda la región en su conjunto, no existen puntos donde algún rasgo del relieve ofrezca alguna ventaja para visualizar el paisaje, por lo que el atributo de la visibilidad se reduce a lo que pueda observarse a partir de alguna de las torres que darán soporte a las tirolesas que se contempla desarrollar como parte del proyecto. Vista escénica que será enriquecida y restaurada como producto de los inherentes esfuerzos que en materia de restauración y reforestación implícitos en propio Desarrollo Xibalbá.

- La calidad paisajística

Como fuera dicho antes solo algunas porciones de los predios adquiridos para estos efectos se constituyen en terrenos forestales (que de hecho son objeto del correspondiente Estudio Técnico Justificativo actualmente en revisión) y son estos los que por su belleza y condición justificaron la selección del sitio para albergar el proyecto, junto con las cualidades de los cenotes que ahí se encuentran y que destacan por su calidad paisajística. Elementos que al constituirse precisamente en objetos y atractivos de la visitación del público asistente, serán celosamente protegidos, conservados y enriquecidos valiéndose de los principios básicos de la arquitectura del paisaje, recurriendo a materiales propios de la región, utilizando especies propias de la región en todas las tareas de reforestación, recurriendo a esfuerzos de irrigación (utilizando aguas recicladas) para mantener la calidad y cualidades de un paisaje atractivo tanto para los visitantes, como para la fauna local que se beneficiará con ello en cuanto que contará de nuevo con hábitats disponibles para su permanencia y reproducción.

- La fragilidad del paisaje.

La condición de fragilidad ha sido trasgredida ampliamente en buena parte de los predios que integran el área del proyecto, y serán mas bien las capacidades de regeneración (propias, espontaneas y aquellas otras inducidas por el propio proyecto) las que le devolverán la calidad al paisaje, perdida desde tiempo atrás como producto de las severas intervenciones humanas ejercidas durante muy prolongados periodos.

- frecuencia de la presencia humana.

Considerando que el total del terreno que alberga al desarrollo ecoturístico Xibalbá es mayor a las 469 ha, y que de este solo será desplantado menos del 5 % para dar soporte a la infraestructura de servicio a los visitantes, se tiene que el restante 95 % de las superficies serán objeto de profundas tareas de restauración, justamente para devolver a estas sus cualidades escénicas que son el soporte mismo de la actividad ecoturística de la que depende el propio proyecto.

Visitantes que serán conducidos por senderos y acceso sujetos de la debida señalización, además de constituirse en escenarios de los cuales se valdrá el proyecto para difundir mensajes informativos sobre las especies animales y vegetales ahí presentes, así como sobre las cualidades del manto freático que hace posible la existencia de la notable cantidad y belleza de los cenotes en la región, etc., etc.

IV.2.4 Medio socioeconómico

Los aspectos sociales y económicos aquí enmarcados se refieren al municipio de Valladolid, el cual posee una superficie considerable y una gran variedad de características socioeconómicas a lo largo de su territorio. La población total en el Municipio de Valladolid es de 74, 210 habitantes de acuerdo al II Censo de Población y Vivienda 2010 efectuado por el INEGI, siendo la población masculina de 34,624 individuos y la población femenina de 37, 593. La población total del municipio representa el 3.78 %, con relación a la población total del Estado de Yucatán, lo que lo convierte en el tercero más poblado, sólo superado por Mérida y Kanasín.

Valladolid presenta la mayor tasa de crecimiento poblacional entre las zonas urbanas más importantes del Estado, ya que en la década de 2000 a 2010 la tasa de crecimiento fue de 2.6% anual, superando la media del Estado que fue del 1.5%. Sólo Kanasín, considerada zona urbana, superó a Valladolid con un 7% de crecimiento debido a su cercanía con Mérida.

En cuanto a la migración, la población nacida en la entidad y que vive en el municipio es el 5.01% de la población total, siendo un 0.04% 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. En lo que respecta a la población que emigra hacia otras áreas geográficas, de acuerdo a los datos oficiales el 4.49% de la población local reside en la entidad y el 0.02% reside en otra entidad. El presente proyecto no provocará procesos de emigración o inmigración en el sistema ambiental regional, ya que durante la etapa constructiva la mano de obra para las actividades será contratada principalmente en el mercado local, por su parte, no se ha previsto que la etapa operativa genere este tipo de procesos debido a su naturaleza.

Vivienda.

De acuerdo al II Censo de Población y Vivienda efectuado por el INEGI, el Municipio de Valladolid contaba, al año 2010, con 17,477 viviendas (3.5% del total de hogares en la entidad), de los cuales 3,572 estaban encabezados por jefas de familia (3.2% del total de la entidad). El tamaño promedio

de los hogares en el municipio fue de 4.2 integrantes, mientras que en el estado el tamaño promedio fue de 3.9 integrantes.

15,966 de las viviendas tienen piso de material diferente de tierra. En cuanto a los servicios que poseen las viviendas 13,672 disponen de sanitario o excusado, 1,320 disponen de agua entubada, 12,714 disponen de drenaje y el 1,340 de las viviendas dispone de energía eléctrica.

Comunicaciones.

La ciudad de Valladolid se encuentra en el estado sureste de Yucatán, en la zona oriente. Desde Mérida se puede acceder a la autopista Mérida-Cancún, o la carretera federal 180. Los medios de transporte en la ciudad de Valladolid están muy desarrollados, se cuenta con transporte foráneo dentro del estado y con el estado de Quintana Roo, también se cuenta con muchas alternativas de transporte local.

Salud.

Las unidades médicas en el municipio eran 30 (7.4% del total de unidades médicas del estado). El personal médico era de 125 personas (3% del total de médicos en la entidad) y la razón de médicos por unidad médica era de 4.2, frente a la razón de 10.4 en todo el estado.

Educación.

El grado promedio de escolaridad de la población de 15 años o más en el municipio era, en 2010, de 7.5 %, frente al grado promedio de escolaridad de 8.2 % en la entidad. En 2010, el municipio contaba con 46 escuelas preescolares (3.6% del total estatal), 63 primarias (4.6% del total) y 26 secundarias (4.6%). Además de con ocho bachilleratos (3.3%) y ocho escuelas de formación para el trabajo (4.5%). El municipio también contaba con 18 primarias indígenas (10.3%).

Grupos étnicos.

En cuanto a la representatividad de grupos étnicos, en el municipio de Valladolid más de la mitad de la población pertenece a la etnia maya. De acuerdo al XII Censo General de Población y Vivienda 2000 efectuado por el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) la población de 5 años y más, hablante de lengua indígena en el municipio asciende a 25,955 personas, su lengua indígena es el maya, población que únicamente habla una lengua indígena y que no habla español comprende el 22.95% de los habitantes del municipio.

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, presbiterianos. Al 2010 no se cuenta con información disponible, sin embargo, de acuerdo al Censo de Población y Vivienda elaborado por el INEGI en 2000, 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, suponiendo que ese porcentaje se mantiene a 2005 habría 51,647 habitantes católicos y los restantes serían no católicos.

Actividad económica.

En cuanto a la población económicamente activa (PEA) en el Municipio es de 19,506. La tasa de participación económica en el Municipio es del 49.57%. La tasa de ocupación es de 99.44%. A nivel municipal la población que recibe menos de 1 salario mínimo por su trabajo es del 19.92%, la población que recibe de 1 a 2 salarios mínimos es del 33.31% y la población que recibe de 2 a 5 salarios mínimos es del 18.91%.

Cuadro IV.17. Distribución de la población económicamente activa por sector en el municipio de Valladolid.

Sector	Porcentaje
Primario	19.07 %
Secundario	32%
Terciario	47.6%
INEGI, 2010	

En lo que respecta a la competencia por el aprovechamiento de los recursos naturales, no se han identificado posibles conflictos por los recursos, ya sea por el uso, demanda y/o el aprovechamiento de los recursos naturales entre los diferentes sectores productivos.

Ganadería.

Dentro del territorio de esta región se producen todos los tipos de ganadería, entre las que destaca a su vez la apicultura como actividad preponderante. Las asociaciones ganaderas locales del municipio de Valladolid pertenecen a la Unión Ganadera Regional del Oriente del estado de Yucatán (UGROY); sin embargo, el municipio no tiene el mismo desarrollo pujante que Tizimín y Panabá en producción bovina.

A diferencia de las demás regiones melíferas, Valladolid no cuenta con firmas que se dediquen a esta actividad, por lo que son las personas físicas las que atienden y lideran la producción apícola de esta región. La actividad apícola ha sido fortalecida por estudios científicos relativos a las características nutricionales de la miel, su aroma, su sabor, las condiciones de manejo, transporte y almacenaje para conservar la calidad de la miel. También se han hecho estudios relacionados con la botánica de las plantas principales que fungen como fuentes de néctares; se ha estudiado la población de abejas, su nutrición y su salud; se han diseñado procesos de control de calidad a partir de pruebas de sensorialidad y análisis físicoquímico para mantener las condiciones de calidad de la miel, la jalea, el polen y el propóleo.

Yucatán es la región productora de miel de abeja más importante de México, y dentro del Estado, la región oriente encabeza dicha producción, dado que existe, por sus características de flora (tahonal, haabín y tzitzilché), las condiciones necesarias para producir miel de calidad.

En el 2004 este municipio era el tercer lugar en número de hectáreas ocupadas para la ganadería bovina (45,000 ha) después de Tizimín y Panabá; sin embargo solo aportan el 30% de la producción de carne de todo el estado.

Turismo.

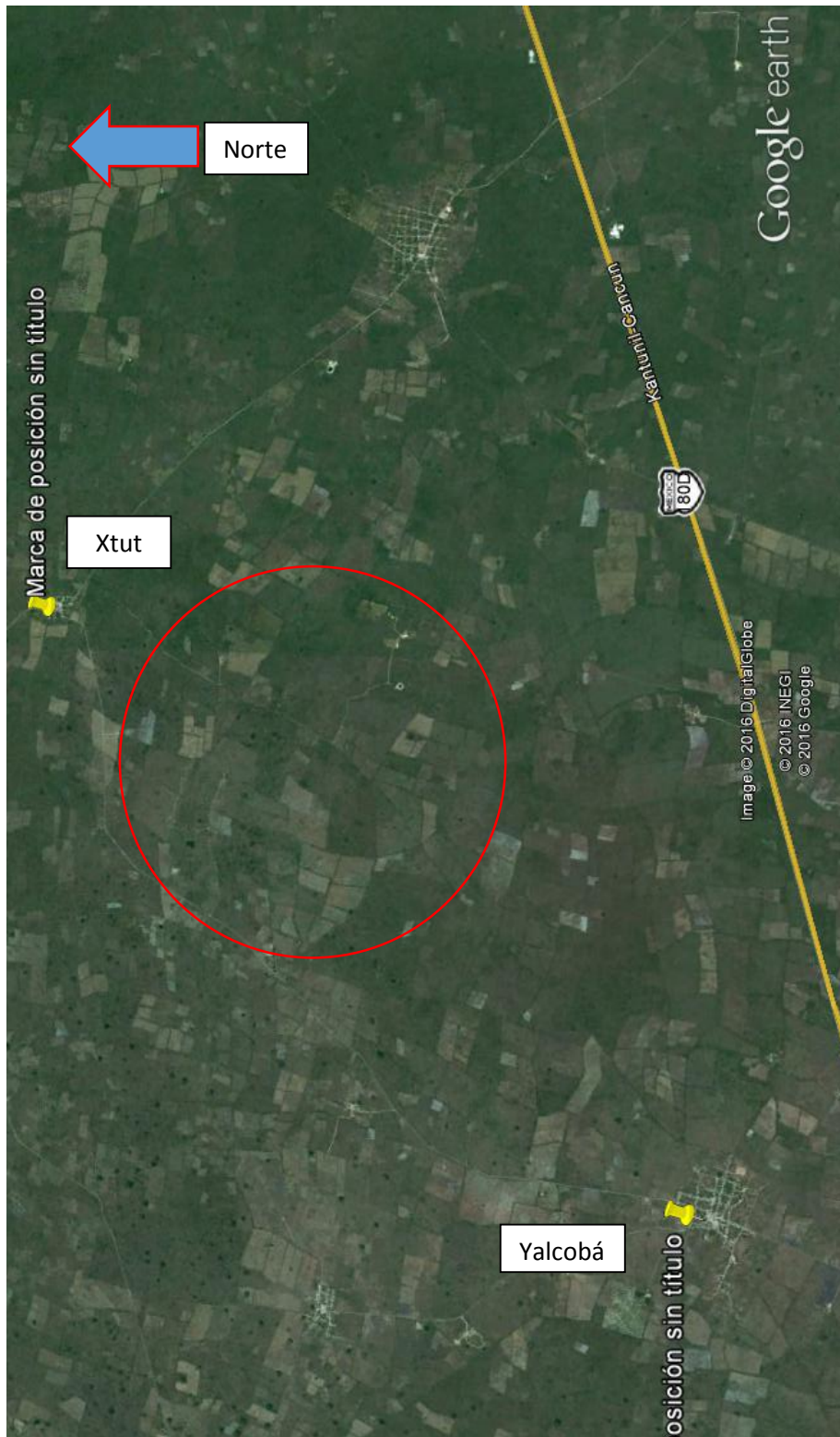
La ciudad de Valladolid está situada estratégicamente en el centro del estado, a la mitad entre la ciudad de Mérida y la de Cancún (a sólo dos horas por carretera 160 kms cada una), a 40 kilómetros de Chichén Itzá (una de las Siete Maravillas del Mundo Moderno).

El sector turístico en Valladolid representa una actividad económica importante tanto para la ciudad, como para la región y, en términos comparativos, 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 encuentra 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; como también por su herencia arquitectónica del siglo XIX y principios del XX; el Ex Telar de la Aurora, el Parque Central Francisco Cantón de Rosado. En los alrededores también se asienta un gran número de cenotes, grutas y otros atractivos naturales, que lo hacen un destino ideal para la práctica del turismo de naturaleza; entre los que sobresalen los cenotes Xkekén, Samulá, Suytun y Zací.

Tema que coincide plenamente con las cualidades y características del Desarrollo Ecoturístico Xibalbá con su énfasis en la conservación del medio ambiente, en el entendido de que será justamente la calidad escénica y los servicios que ahí se presten los principales atractivos del mismo, atrayendo turismo nacional y extranjero, generando dinamismo y derrama económica en la zona, en la región y el estado derramando, recuperando sus cualidades de hábitat de las especies silvestres, protegiendo el patrimonio natural y el arraigo a la tierra por parte de los múltiples empleos que se prevé podrá generar progresivamente en sus distintas etapas de preparación, construcción y operación

IV.2.5 Diagnóstico ambiental

Abordando inicialmente el tema de cobertura forestal, el análisis de la información aportada en los incisos anteriores muestra un escenario grandemente modificado, sujeto a importantes afectaciones, tanto en materia de cobertura (derivada del cambio de uso del suelo sufrido tras la implantación y operación constante durante décadas de las actividades agropecuarias extensivas que caracterizan a toda esta región de la Península de Yucatán, lo que puede constatare con solo analizar las figuras siguientes, mismas que forman parte del anexo cartográfico.), como en su estructura, esto último vinculado con los profundos efectos del sobrepastoreo que el ganado a ejercido particularmente en el sotobosque, factor que ha llegado a modificar la composición florística original al presionar en mayor medida a las especies que le resultan palatables a las reses, dejando prosperar a aquellas otras especies vegetales que, por su sabor, por su mala digestibilidad o por sus espinas no consumen preferentemente, todo ello en perjuicio de las poblaciones de herbívoros silvestres nativos y propios de la región.



En la figura 42 se aprecian los poblados de Yalcobá (al suroeste) y Xtut al norte y el amplísimo mosaico de predios afectados (algunos severamente) por efecto de las añejas actividades agropecuarias que se desarrollan en toda la región circundante al proyecto Xibalba, cuya ubicación se evidencia con un círculo rojo.

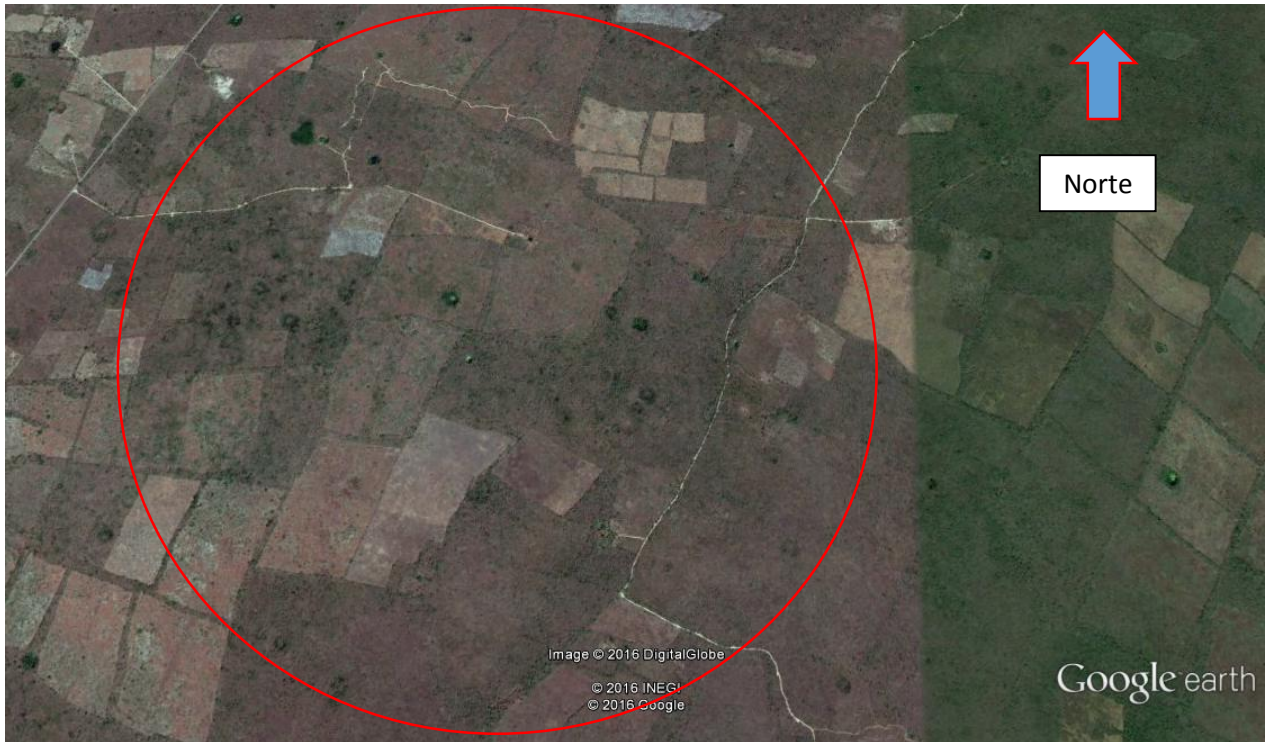


Figura IV. 43. Donde se muestra un acercamiento al área ocupada por el proyecto que permite identificar las condiciones que, en materia de cobertura forestal, presentan los predios que conforman el proyecto y sus áreas circundantes.



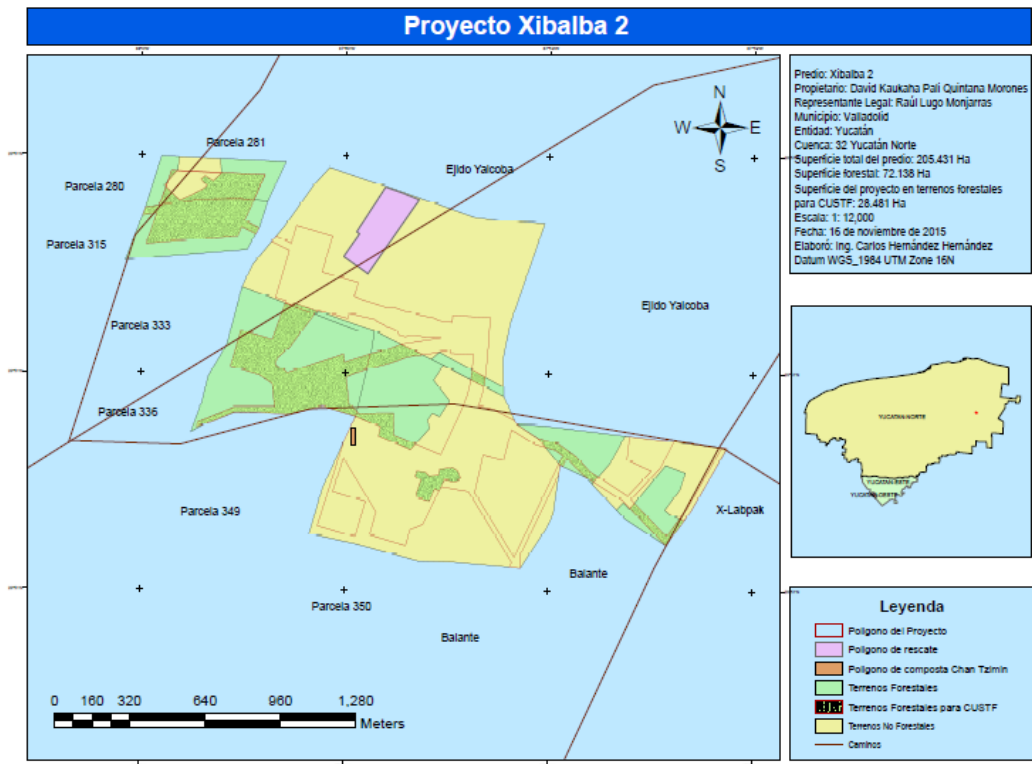


Figura IV.44
 (referida anteriormente como figura 32)
Xibalbá 2:
 Donde destacan en verde las áreas que corresponden a terrenos forestales, verde oscuro al CUSTF solicitado y las amarillas como antiguos potreros.

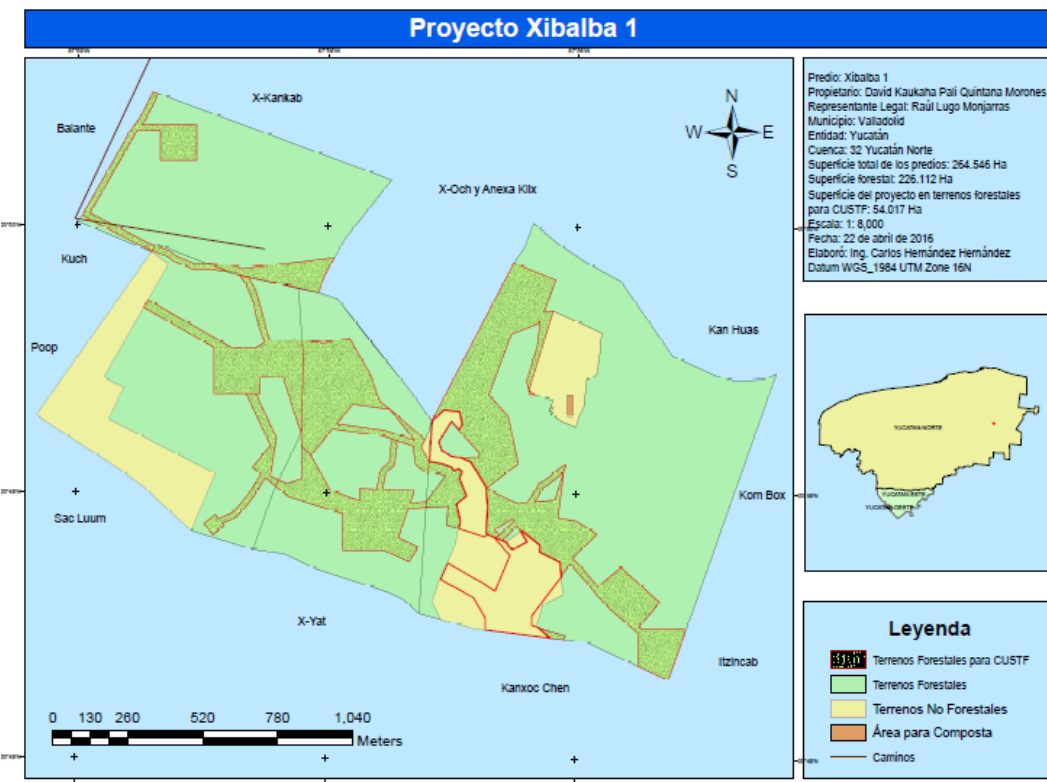


Figura IV.45
 (referida anteriormente como figura 33)
Xibalbá 1:
 Donde de igual manera se hacen destacar en verde las áreas que corresponden a terrenos forestales, verde oscuro al CUSTF solicitado y las amarillas como antiguos potreros.

La información relacionada con los inventarios faunísticos obtenidos de la revisión documental y la comparación que puede hacerse de esta frente a los resultados obtenidos de los muestreos realizados, especialmente los referidos a la masto fauna que en la actualidad habita esta zona de estudio, son igualmente ilustrativos, observándose un lamentable empobrecimiento de las comunidades silvestres, lo que queda mas que evidenciado al notar la total ausencia de representantes de la familia cervidae (en este caso venado cola blanca y temazate) y Suidae (pecari de collar), que siendo medianamente comunes aun en sitios por demás alterados, como podrían ser las vecindades de Mérida, aquí no fueron siquiera registrados, no obstante existió un esfuerzo de muestreo de 560 días camarara.

La ausencia de estas especies (reconocidas ampliamente como las presas mas codiciadas y habituales de los cazadores de autoconsumo en todo el estado y la península de yucatan) confirman el diagnóstico general de la zona en materia de salud ambiental, es decir que: de continuar operando en este mismo sentido los factores detrimentales que están causando estos abruptos cambios en la composición, cuantía y diversidad de las especies (vegetales y animales) silvestres, el futuro de tales recursos y de los servicios ambientales que estos proporcionan, se consideran en riesgo, con las consecuencias inherentes en perjuicio de los sistemas naturales en su conjunto, y con ello de la calidad de vida de los pobladores y de la región en general.

Ahora bien, desde el punto de vista social y económico de los pobladores rurales que habitan la zona, resultan evidentes e inegables las enormes carencias que les limitan cotidianamente, contando con tierras que, sujetas a las formas de producción tradicionales (sin tecnificar y extensivas) ofrecen apenas un sistema marginal de sustento; lo que sumado a las limitaciones de educación y progreso invitan a los jóvenes a abandonar sus tradiciones, las tierras y aun su hogar, arriesgándose a migrar, sea a las ciudades (Cancun y Merida) o aun a otros países, donde además llegan a obtener el éxito demostrado a través del flujo de remesas que en muchos pueblos de la región son el principal motor de la economía local, no obstante se generan en tierras lejanas.

Es estrictamente necesario revertir tales tendencias, sea tecnificando el campo, sea atrayendo capitales que promuevan la diversificación productiva, que generen empleos y dinámica económica pero, claro, sin que esto signifique también el deterioro de las comunidades silvestres y los servicios ambientales que al fin de cuentas dan soporte a la vida y a cualquiera de sus expresiones.

A manera de conclusión y como una de las posibles vías para colaborar en dar ese desable giro a las tendencias observadas de deterioro generalizado (y en aumento) que este breve diagnostico destaca, es, sin duda, la alternativa que plantea el proyecto objeto de este estudio. Proyecto que plantea la restauración del sistema en su totalidad dentro de las mas de 460 ha que lo albergan, constiuyendose en un remanso donde las poblaciones silvestres podrán ser protegidas, podrán recuperarse y progresar, beneficiando a las areas vecinas, fungindo como refugio para especies migratorias; un proyecto que promoverá mas de 200 empleos permanentes y que atraerá los beneficios económicos implícitos en la visitación diaria de mas de 200 visitantes al día. Constituyendose, sin duda, en el desarrollo turístico más importante que haya tenido el estado.

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

INTRODUCCIÓN

Como fuera señalado anteriormente, en el Capítulo IV de esta Manifestación de Impacto Ambiental para el Cambio de Uso del Suelo, los usos de suelo presentes en toda la región circundante al área de estudio corresponden a actividades agropecuarias de uso extensivo, conformándose así un mosaico de escenarios que muestran distintos estadios de sucesión secundaria derivados de la selva mediana sub caducifolia que cubrió originalmente toda esta vasta región.

En la actualidad, se observa la persistencia de la presión antrópica sobre el área de influencia del proyecto, producto de la aplicación histórica de rutinas tradicionales de extracción y aprovechamiento de los recursos naturales que ahí se encuentran. En términos generales, la flora y fauna presente en el área, han sido ampliamente perturbadas, aun cuando se presentan fragmentos con una tendencia hacia la madurez. Presión ante la cual el proyecto propuesto aparece como una alternativa productiva digna de ser analizada.

Como resulta evidente, la sola propuesta de ejercer nuevos cambios de uso del suelo, representa inevitablemente nuevas presiones e impactos negativos sobre la flora, fauna y demás recursos existentes. Lo que nos ocupa es el análisis del significado, magnitud e importancia que estos impactos pueden tener respecto a los escenarios que podrían ser visualizados, de continuar las tendencias actuales, es decir si acaso el proyecto no tuviera lugar aquí y los escenarios previsibles en caso de que el proyecto sea desarrollado, así como las implicaciones que cada caso traería consigo en materia de conservación de las condiciones naturales y la calidad de vida de sus habitantes ante uno y otro de los escenarios.

Por una parte debe ser reconocido que el estado actual de los terrenos dentro de los predios implícitos en el Desarrollo Ecoturístico Xibalbá, muestran una profunda afectación acumulada a lo largo de las últimas 4 décadas. Destacando el caso del predio Xibalbá 2 donde prácticamente la totalidad de su extensión muestra cobertura de no más 10 años de edad y donde la mayoría de esta la constituyen potreros con amplias extensiones de gramíneas bien establecidas utilizadas como el soporte de añejas actividades ganaderas.

Para visualizar el escenario imperante a futuro en el caso de que en los predios objeto de estudio continuaran siendo aplicadas las políticas de ganaderización extensiva carentes, como sabemos, de insumos, herramientas, y sistemas de tecnificación, los resultados bien podrían ser los siguientes:

Cuadro V.1. Tipos de cobertura vegetal, superficies dedicadas a la producción pecuaria y producción ganadera sustentable potencial en Xibalbá 1 y Xibalbá 2

Xibalbá 1	Superficie total (ha)	Superficie de potreros activos	Coeficiente de agostadero COTECOCA	Producción máxima previsible sustentable de bovinos al año
	264.55	38.4	4.5 HA /U.A.	8
Xibalbá 2	Superficie total (ha)	Superficie de potreros activos	Coeficiente de agostadero COTECOCA	Producción máxima sustentable previsible de bovinos al año
	205.41	133.5	4.5 HA /U.A.	29

Producción que, en caso de respetar debidamente los coeficientes de agostadero para hacer de esta una producción sustentable (caso muy distinto a la realidad imperante, ya que los estímulos otorgados por el gobierno, al responder más al número de cabezas que cada productor declara, que a la capacidad de la producción de forraje, sobre cargan los potreros muchas veces con el triple de la carga animal conveniente), representa una riqueza muy limitada para mantener y para impulsar el progreso de las familias que desarrollan este tipo de actividad, con él agravante de que la época de secas ejerce tan fuertes presiones sobre los hatos ganaderos que su calidad resulta siempre por debajo de los rendimientos redituables.

Es evidente que deben buscarse nuevas formas de producción pecuaria a la vez que buscar diversificar las actividades productivas a favor de la conservación de los recursos naturales y a favor de una mejor calidad de vida para las familias del campo yucateco, una de tales alternativas bien podría ser la que motiva el presente análisis.

V.1. METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Para la identificación, evaluación y descripción de los posibles impactos que el proyecto ecoturístico Xibalbá pudiera traer consigo sobre el ambiente natural, social, económico y cultural, se han utilizado metodologías basadas en la comparación de diversos escenarios. Sin embargo, ninguna de ellas permite por sí sola, identificar y evaluar a todos con precisión, por lo que se recurrió a realizar un análisis desde la perspectiva de un grupo de metodologías, buscando la necesaria complementariedad.

Los métodos aplicados han tomado las previsiones de análisis para las etapas de preparación del sitio, construcción y operación y mantenimiento, bajo una concepción del tipo discrecional y deductiva, que permite llegar a la determinación de los impactos ambientales desde una visión general hasta una perspectiva específica, lo cual proporciona ideas claras de los distintos fenómenos y acontecimientos que afectarán al sistema ambiental.

En la aplicación metodológica se analizaron los sistemas ecológicos naturales y las acciones del proyecto en sí, de tal manera, que permite evaluar las interacciones entre ambos, a fin de tener una idea real del comportamiento de todo el sistema.

Como fuera señalado anteriormente los usos de suelo presentes en toda la región circundante al área de estudio, corresponden a actividades agropecuarias de uso extensivo, conformándose así

un mosaico de escenarios que muestran distintos estadios de sucesión secundaria derivados de la selva mediana sub caducifolia que cubrió originalmente toda esta vasta región.

En este estudio de evaluación de impactos se pueden encontrar estimaciones de precisión desde el diagnóstico e interpretación de una lista de chequeo bien ponderada; la valoración con precisión de un diagrama de Causa-Efecto con un inventario detallado mediante una Lista de Categorías Ambientales; hasta la evaluación y análisis de una Matriz de Leopold, con el fin de cubrir en mayor detalle y de una manera integral.

a) LA LISTA DE CHEQUEO:

Las listas de chequeo enuncian la serie de obras y actividades del proyecto y los impactos ambientales, tanto positivos como negativos, que potencialmente pueden ser generados por el proyecto.

Las listas de chequeo o verificación consisten en una relación ordenada de factores ambientales potencialmente afectados por acciones producidas por las actividades en las diferentes etapas del desarrollo del proyecto.

El objetivo de esta metodología es identificar los posibles efectos sobre cada uno de los elementos del sistema ambiental de, una a una, las acciones o actividades del desarrollo del proyecto.

Las técnicas de chequeo se basan en la elaboración de una relación específica de componentes ambientales, agentes de impacto o etapas del proyecto (Canter, L. 1977; MOPU. 1982; Westman, 1985). Son métodos que se emplean para la identificación de impactos y evaluación preliminar de los mismos bajo la consideración de ciertos criterios o escalas (p. ej. C/E = Causa-efecto; PER = Periodicidad; INT= Intensidad; EXT = Extensión; MOM= Momento en que se presenta; PERS = Persistencia; REC = Cap. de recuperación; INTER = Interrelación con otros efectos). La principal ventaja de esta técnica es que permite definir o establecer las relaciones causa-efecto (C/E) entre el proyecto y el medio ambiente, así como la identificación y evaluación de efectos sinérgicos (INTER).

b) MATRIZ DE LEOPOLD

Para la evaluación de impactos ambientales se utilizó el Método de Leopold, el cual consiste en elaborar una matriz en donde se representan, en las columnas, las principales acciones derivadas de la ejecución del proyecto en sus diferentes etapas y, en los renglones, los diferentes factores, del medio natural y del medio socioeconómico.

Para este caso, se elaboraron dos matrices, una de importancia y la otra de magnitud, para poder realizar el análisis cualitativo de cada una de ellas.

Magnitud: por medio de la valoración de 1 a 5, precedido por un signo de (+) o de (-) para indicar si los efectos probables de las interacciones son positivos o negativos respectivamente.

Importancia: pondera (juicio de valor) el peso relativo de la interacción, también en escala del 1 a 5.

Las matrices son métodos cualitativos que permiten evaluar las relaciones directas causa-efecto y el grado de interacción que puede existir entre las acciones de un proyecto y los componentes ambientales involucrados en el mismo. Las matrices de interacción son herramientas valiosas para la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), ya que permiten no sólo identificar y evaluar los impactos producidos por un proyecto, sino valorar cualitativamente varias alternativas de un mismo proceso y determinar las necesidades de la información para la evaluación y la organización de la misma.

V.1.1 INDICADORES DE IMPACTO.

Para poder integrar los efectos que podrían provocar las actividades desarrolladas por el proyecto, (cambio de uso del suelo en terrenos forestales) se establece el siguiente cuadro de indicadores de impacto describiendo los criterios de **Representatividad, Relevancia, Excluyente, Cuantificable y si es de Fácil identificación.**



biocenosis, A.C.

Para la Conservación de la Naturaleza



CUADRO V.2 INDICADORES DE IMPACTOS

Fase: Preparación del sitio	Representatividad	Relevancia	Excluyente	Cuantificable	Factibilidad
					de identificación
Pérdida de la cobertura vegetal	Efecto directo representativo, sin embargo, no se afectan especie se importancia ecológica, además cuenta con un programa de rescate de flora	No relevante en función de la superficie afectada	Efecto incluyente ya que disminuye temporalmente muchos ecológicos para fauna	Superficie definida específicamente para el desmonte	Impacto evidente con medida de mitigación como derribo direccional de superficies específicas delimitadas y de restauración como reforestación. Cuenta con monitoreo de incremento de la cobertura vegetal en todo el predio
Utilización de maquinaria pesada	La generación de ruido es un Efecto directo representativo. Las emisiones de ruido no es un efecto representativo dada su temporalidad. La contaminación de suelo y del agua por derrames no es representativo	En relación a la generación de ruido, este efecto es de mediana magnitud y de gran importancia por la perturbación a la fauna. Por lo que corresponde a la emisión de gases este efecto es de poca relevancia, al igual que la contaminación de suelo y de agua,	Es un efecto incluyente	La generación d ruido es de mediana extensión , sin embargo la emisión de gases y posible contaminación de suelo y agua es poco probable	Impacto evidente con medida de mitigación como utilización d equipo de silenciadores y programa de mantenimiento de equipo fuera del área del proyecto.
Generación de residuos	Es un impacto no relevante	Poca magnitud	Efecto excluyente	Temporal y puntual	Programa de recolección d e residuos sólidos y programa de mantenimiento de letinas
Desplazamiento de fauna	No representativo	Poca magnitud	Efecto excluyente	Temporal	No evidente. Con medida preventiva con programa de rescate de fauna
Modificación del paisaje	Representativo	Poca magnitud	Excluyente	Temporal	Evidente, sin embargo, cuenta con medida de mitigación con un programa de restauración de la cobertura vegetal y programa de reforestación.
Generación de empleos	Representativo	Mediana magnitud y de importancia mayor	Incluyente	Temporal	No. De trabajadores y de empleos generados

Fase: Construcción de la obra	Representatividad	Relevancia	Excluyente	Cuantificable	Factibilidad de identificación
Pérdida de la cobertura vegetal	Efecto directo no representativo, además cuenta con un programa de rescate de flora y delimitación específica de áreas de desplante de infraestructura	No relevante en función de la superficie afectada	Efecto Excluyente	Superficie definida específicamente para el desmonte	Impacto evidente con medida de mitigación como derribo direccional de superficies específicas delimitadas y de restauración como reforestación. Cuenta con monitoreo de incremento de la cobertura vegetal en todo el predio
Utilización de maquinaria pesada	La generación de ruido es un Efecto directo representativo. Las emisiones de ruido no es un efecto representativo dada su temporalidad. La contaminación de suelo y del agua por derrames no es representativo	En relación a la generación de ruido, este efecto es de mediana magnitud y de gran importancia por la perturbación a la fauna. Por lo que corresponde a la emisión de gases este efecto es de poca relevancia, al igual que la contaminación de suelo y de agua,	Es un efecto incluyente y mayor a la de preparación del sitio por el incremento del número de maquinaria y equipo para la construcción.	La generación d ruido es de mediana extensión sin embargo la emisión de gases y posible contaminación de suelo y agua es poco probable	Impacto evidente con medida de mitigación como utilización de equipo de silenciadores y programa de mantenimiento de equipo fuera del área del proyecto.
Generación de residuos	Es un impacto no relevante	Poca magnitud	Efecto excluyente	Temporal y puntual	Programa de recolección d e residuos sólidos y programa de mantenimiento de letinas
Desplazamiento de fauna	No representativo	Poca magnitud	Efecto excluyente	Temporal	No evidente. Con medida preventiva con programa de rescate de fauna
Modificación del paisaje	Representativo	Poca magnitud	Excluyente	Temporal	Evidente, sin embargo, cuenta con medida de mitigación con un programa de restauración de la cobertura vegetal y programa de reforestación.
Nivelación y Excavaciones	Representativo por la modificación de la topografía y cambio de elementos del paisaje	Relevante por los volúmenes de materiales	Incluyente	Poca extensión	Modificación del paisaje. Sin embargo, se cuenta con medidas de compensación.
Generación de empleos	Representativo	Mayor magnitud e importancia por el No. De empleos generados	Incluyente	Temporal	No. De trabajadores y de empleos generados

V.1.2. LISTA INDICATIVA DE IMPACTOS AMBIENTALES

Los criterios de clasificación utilizados (descritos en Canter, L. 1977; MOPU. 1982; Westman, 1985, op cit) resultan en una lista de chequeo para poder identificar de manera preliminar cada uno de los posibles impactos, para su posterior evaluación. (Cuadro V.3)

Esta clasificación está dada bajo la consideración de ciertos criterios o escalas tales como: Causa-efecto = (C/E); Periodicidad = (PER); Intensidad = (INT); Extensión = (EXT); Momento en que se presenta = (MOM); Persistencia = (PERS); Capacidad de recuperación = (REC); Interrelación con otros efectos = INTER).

La principal ventaja de esta técnica es que permite definir o establecer las relaciones causa-efecto (C/E) entre el proyecto y el medio ambiente, así como la identificación y evaluación de efectos sinérgicos (INTER).

Cuadro V.3. Clasificación, valoración y descripción de impactos ambientales

Clasificación	Valoración	Descripción
(C/E) Por la relación causa-efecto		
• Impacto primario directo (o de primer orden)	2	Cualquier efecto en el ambiente biofísico o socioeconómico que se origina de una acción directa relacionada con el proyecto.
• Impacto secundario (segundo orden)	1	Los efectos sobre el ambiente biofísico y socioeconómico que se desprende de la acción, pero no se inician directamente de las mismas
(PER) Por su periodicidad		
• Impacto continuo	3	El efecto se manifiesta de manera persistente a través de alteraciones regulares en su permanencia
• Impacto discontinuo	2	El efecto se manifiesta en forma irregular
• Impacto periódico (Temporal)	1	El efecto se manifiesta con un modo de acción intermitente y continua en el tiempo
(INT) Por la intensidad		
• Impacto notable o muy alto	3	Efecto importante sobre el medio ambiente o sobre los recursos naturales. Expresa una destrucción parcial sustantiva del factor considerado. Si la destrucción es completa, se le denomina total.
• Impacto medio y alto	2	Alteración del medio ambiente con repercusiones que están comprendidas entre los puntos anteriores
• Impacto mínimo o bajo	1	Destrucción mínima del factor considerado

Clasificación	Valoración	Descripción
(C/E) Por la relación causa-efecto		
(EXT) Por la extensión		
• Impacto total	4	Efecto manifestado de manera generalizada
• Impacto extremo	3	Efecto detectado en una gran parte del medio
• Impacto parcial	2	Con incidencia apreciable en el medio
• Impacto puntual	1	Con efecto muy localizado
(MOM) Por el momento en que se manifiesta		
• Impacto de momento crítico	3	El momento en que tiene lugar la acción impactante es crítico, independientemente del plazo de manifestación.
• Impacto latente	2	Se manifiesta al cabo de cierto tiempo desde el inicio de la actividad, con aporte progresivo de sustancias o agentes que se encuentran inicialmente en el umbral permitido y que por sinergia y/o acumulación, permite el límite sea sobrepasado.
• Impacto inmediato	1	En el que el plazo entre el inicio de la acción y el de manifestación del impacto es nulo
(PERS) Por su persistencia		
• Impacto permanente	2	Aquellos cuyos efectos perduran en el tiempo, salvo que se tomen medidas correctoras de remediación
• Impacto temporal	1	Aquellos que desaparecen cuando deja de ocurrir la causa de su generación
(REC) Por su capacidad de recuperación		
• Irreversible	2	Aquel cuyo efecto supone la imposibilidad, dificultad extrema de retornar, por medios naturales, a la situación original al momento
• Reversible	1	Aquel en que la alteración puede ser asimilada por el entorno de forma medible, a corto, mediano o largo plazo, debido al funcionamiento de los procesos naturales y de los mecanismos de autodepuración del medio
(INTER) Por la interrelación de efectos y/o acciones		
• Impacto acumulativo	2	Al prolongarse en el tiempo su efecto, incrementa progresivamente su gravedad por carecer el medio de mecanismos de eliminación efectivos similares al incremento del impacto.

Clasificación	Valoración	Descripción
(C/E) Por la relación causa-efecto		
Impacto simple	1	Su impacto se manifiesta sobre un solo componente ambiental o su modo de acción es individualizado, sin consecuencias en la inducción de nuevos efectos, ni en la de su acumulación, ni en la de su sinergia.

Los impactos a ser generados durante las diferentes etapas del proyecto son los siguientes:

Etapas: Preparación del sitio

- La pérdida de la cobertura vegetal en una porción del terreno.
- La pérdida de la primera capa de suelo en las áreas de despalme para la infraestructura.
- La pérdida de roca caliza al construir accesos subterráneos.
- La emisión de contaminantes a la atmósfera producida por el uso de maquinaria y equipo que cuentan con motores de combustión interna.
- La emisión de ruido provocada por dicha maquinaria y equipo.
- Los lubricantes y grasas derivados del mantenimiento de maquinaria y equipo.
- La generación de basura por parte de los trabajadores.
- Los residuos de materiales pétreos durante la preparación del sitio y construcción.
- Las descargas de aguas de los sanitarios provisionales que usarán los empleados
- Desplazamiento de fauna silvestre por ruido y presencia de trabajadores
- Generación de empleos
- Demanda de servicios
- Reactivación de la actividad económica en la zona

Etapas: Construcción

- La pérdida de la primera capa de suelo en las áreas de despalme para la infraestructura.
- La pérdida de roca caliza al construir accesos subterráneos.
- Modificaciones en la topografía por excavaciones de los canales y túneles.
- La emisión de contaminantes a la atmósfera producida por el uso de maquinaria y equipo que cuentan con motores de combustión interna.
- La emisión de ruido provocada por dicha maquinaria y equipo.
- Los lubricantes y grasas derivados del mantenimiento de maquinaria y equipo.
- La generación de basura por parte de los trabajadores.
- Los residuos de materiales pétreos durante la etapa de construcción de túneles y canales.
- Las descargas de aguas de los sanitarios provisionales que usarán los empleados
- Generación de empleos
- Demanda de servicios
- Reactivación de la actividad económica en la zona

Etapa: Operación.

Los principales impactos en esta etapa son:

- La generación de aguas residuales.
- La perturbación generada por los turistas y la operación del sitio.
- La emisión de ruido provocada por la operación del desarrollo ecoturístico.
- La generación de residuos sólidos derivado de las habitaciones y restaurante.
- La emisión de contaminantes a la atmósfera producida por la afluencia de vehículos automotores.
- La perturbación, ruido y residuos generados por las actividades de mantenimiento.
- Desplazamiento de fauna silvestre por ruido y presencia de trabajadores.
- La rehabilitación de áreas perturbadas
- La rehabilitación de hábitats para la vida silvestre
- Generación de empleos
- Demanda de servicios
- Reactivación de la actividad económica en la zona

V.1.3.1 CRITERIOS Y METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN

A) Evaluación de los impactos con base a la lista de chequeo

En esta sección, se realizó una evaluación de los impactos identificados en cada una de las actividades en las diferentes etapas del proyecto. Esto permitirá identificar los impactos más relevantes y ayudar a definir las medidas de prevención, mitigación, restauración y compensación de manera más eficiente.

Esta tabla se realiza a su vez con la ponderación de los valores de cada una de las acciones en función de la clasificación de los impactos (C/E = Causa-efecto; PER = Periodicidad; INT = Intensidad; EXT = Extensión; MOM = Momento en que se presenta; PERS = Persistencia; REC = Capacidad de recuperación; INTER = Interrelación con otros efectos), evaluando las afectaciones por cada una de las acciones que se desarrollarán en el proyecto, desde la fase de preparación del sitio, construcción de la obra y operación del proyecto.

Cuadro V.4.a. Valoración de los impactos ambientales de las actividades implícitas en la Etapa de Preparación del sitio respecto a cada atributo ambiental:

C/E = Causa-efecto; PER = Periodicidad; INT= Intensidad; EXT = Extensión; MOM = Momento en que se presenta;

PERS = Persistencia; REC = Cap. de recuperación; INTER= Interrelación con otros efectos.

Impactos que podrían provocar la limpieza y el despalle de la vegetación

Impacto por atributo ambiental	C/E	PER	INT	EXT	MOM	PERS	REC	INTER
Modificaciones de la calidad del suelo.	2	1	1	1	1	2	1	1
Disminución de la calidad del agua.	2	1	1	1	1	1	1	1
Disminución de la calidad del aire	2	1	1	1	1	1	1	1

por emisiones de gases y generación de polvo.								
Generación de ruido por maquinaria y equipo.	2	1	2	1	1	1	1	1
Pérdida de la cobertura vegetal y modificaciones puntuales de la estructura de la vegetación.	2	1	1	1	1	2	1	1
Desplazamiento de fauna silvestre por actividades inherentes a la presencia de trabajadores.	2	1	1	1	1	1	1	1
Modificaciones de los elementos naturales del paisaje.	2	1	1	1	1	2	1	1
Generación de residuos.	2	1	1	1	1	1	1	1

Impactos que podría provocar la nivelación del terreno:

C/E = Causa-efecto; PER = Periodicidad; INT= Intensidad; EXT = Extensión; MOM = Momento en que se presenta;
PERS = Persistencia; REC = Cap. de recuperación; INTER= Interrelación con otros efectos.

Impacto:	C/E	PER	INT	EXT	MOM	PERS	REC	INTER
Modificación de la calidad del suelo.	2	1	1	1	1	2	2	1
Modificación de la estructura edáfica.	2	1	1	1	1	2	2	1
Disminución de la calidad del agua.	2	1	1	1	1	1	1	1
Modificación de los escurrimientos naturales	2	1	1	1	1	1	1	1
Disminución de la calidad del aire por emisiones de gases y generación de polvo.	2	1	1	1	1	1	1	1
Generación de ruido por operación de maquinaria y equipos.	2	1	2	1	1	1	1	1
Pérdida de la cobertura vegetal y modificaciones puntuales de la estructura de la vegetación.	2	1	1	1	1	1	1	1
Desplazamiento de fauna silvestre por actividades inherentes a la presencia de trabajadores.	2	1	1	1	1	1	1	1
Modificaciones de los elementos naturales del paisaje.	2	1	1	1	1	2	2	1
Generación de residuos.	2	1	1	1	1	1	1	1

Impactos que podría provocar la habilitación de caminos y brechas:

C/E = Causa-efecto; PER = Periodicidad; INT= Intensidad; EXT = Extensión; MOM = Momento en que se presenta;
PERS = Persistencia; REC = Cap. de recuperación; INTER= Interrelación con otros efectos.

Impacto:	C/E	PER	INT	EXT	MOM	PERS	REC	INTER
Modificación de la calidad del suelo.	2	1	1	1	1	1	2	1
Modificación de la estructura edáfica.	2	1	1	1	1	1	2	1
Disminución de la calidad del agua.	2	1	1	1	1	1	1	1
Disminución de la calidad del aire por emisiones de gases y generación de polvo.	2	1	1	1	1	1	1	1
Generación de ruido por operación de maquinaria y equipos.	2	1	1	1	1	1	1	1
Pérdida de la cobertura vegetal y modificaciones puntuales de la estructura de la vegetación.	2	2	1	1	1	2	2	1
Desplazamiento de fauna silvestre por actividades inherentes a la presencia de trabajadores.	2	1	1	1	1	1	1	1
Modificaciones de los elementos naturales del paisaje.	2	2	1	1	1	2	2	1
Generación de residuos.	2	1	1	1	1	1	1	1

Impactos que podría provocar el empleo de maquinaria pesada:

C/E = Causa-efecto; PER = Periodicidad; INT= Intensidad; EXT = Extensión; MOM = Momento en que se presenta;
PERS = Persistencia; REC = Cap. de recuperación; INTER= Interrelación con otros efectos.

Impacto:	C/E	PER	INT	EXT	MOM	PERS	REC	INTER
Contaminación del suelo	2	1	1	1	1	1	1	1
Contaminación del agua.	2	1	1	1	1	1	1	1
Disminución de la calidad del aire por emisiones de gases y generación de polvo.	2	1	1	1	1	1	1	1
Generación de ruido por operación de maquinaria y equipos.	2	1	1	1	1	1	1	1
Desplazamiento de fauna silvestre por actividades inherentes a la presencia de trabajadores.	2	1	1	1	1	1	1	1
Generación de residuos.	2	1	1	1	1	1	1	1

Cuadro.4.b. Valoración de los impactos ambientales de las actividades implícitas en la Etapa de Construcción:

C/E = Causa-efecto; PER = Periodicidad; INT= Intensidad; EXT = Extensión; MOM = Momento en que se presenta;

PERS = Persistencia; REC = Cap. de recuperación; INTER= Interrelación con otros efectos.

Los impactos que podrían provocar las excavaciones y cimentación:

Impacto:	C/E	PER	INT	EXT	MOM	PERS	REC	INTER
Modificación de la calidad del suelo.	2	2	1	1	1	2	2	1
Modificación de la estructura edáfica.	2	3	2	1	1	2	2	1
Disminución de la calidad del agua.	2	2	1	1	1	1	1	1
Modificación de los escurrimientos naturales	2	2	1	1	1	2	1	1
Disminución de la calidad del aire por emisiones de gases y generación de polvo.	2	1	1	1	1	1	1	1
Generación de ruido por operación de maquinaria y equipos.	2	1	2	1	1	1	1	1
Pérdida de la cobertura vegetal y modificaciones puntuales de la estructura de la vegetación.	2	1	1	1	1	1	1	1
Desplazamiento de fauna silvestre por actividades inherentes a la presencia de trabajadores.	2	1	1	1	1	1	1	1
Modificaciones de los elementos naturales del paisaje.	2	1	1	1	1	2	2	1
Generación de materiales pétreos.	2	1	2	1	1	1	1	1

Impactos que podría provocar la edificación de la infraestructura:

Impacto:	C/E	PER	INT	EXT	MOM	PERS	REC	INTER
Modificación de la calidad del suelo.	1	1	1	1	1	2	2	1
Modificación de la estructura edáfica.	1	1	2	1	1	2	2	1
Disminución de la calidad del agua.	1	1	1	1	1	1	1	1
Modificación de los escurrimientos naturales	1	1	1	1	1	2	2	1
Disminución de la calidad del aire por emisiones de gases y generación de polvo.	1	1	1	1	1	1	1	1
Generación de ruido por operación de maquinaria y equipos.	2	1	1	1	1	1	1	1

Modificaciones de los elementos naturales del paisaje.	2	1	1	1	1	2	2	1
Generación de residuos	2	1	2	1	1	1	1	1

Impactos que podría provocar el empleo de maquinaria pesada:

Impacto:	C/E	PER	INT	EXT	MOM	PERS	REC	INTER
Disminución de la calidad del aire por emisiones de gases y generación de polvo.	2	1	1	1	1	1	1	1
Generación de ruido por operación de maquinaria y equipos.	2	1	1	1	1	1	1	1
Desplazamiento de fauna silvestre	2	1	1	1	1	1	1	1
Generación de residuos sólidos.	2	1	2	1	1	1	1	1

V.4.c. Valoración de los impactos ambientales de las actividades implícitas en la Etapa de operación y mantenimiento

C/E = Causa-efecto; PER = Periodicidad; INT= Intensidad; EXT = Extensión; MOM = Momento en que se presenta;
PERS = Persistencia; REC = Cap. de recuperación; INTER= Interrelación con otros efectos.

Impactos que podría provocar tránsito de vehículos en la zona:

Impacto:	C/E	PER	INT	EXT	MOM	PERS	REC	INTER
Disminución de la calidad del aire por emisiones de gases y generación de polvo.	2	1	1	1	1	1	1	-
Generación de ruido por operación de vehículos	2	1	2	1	1	1	1	-

Impactos que podría provocar la generación de aguas residuales:

Impacto:	C/E	PER	INT	EXT	MOM	PERS	REC	INTER
Disminución de la calidad del agua	2	1	1	1	1	1	1	-

Impactos que podría provocar manejo de residuos sólidos:

Impacto:	C/E	PER	INT	EXT	MOM	PERS	REC	INTER
Disminución de la calidad del agua	2	1	1	1	1	1	1	-

Impactos que podría provocar afluencia del turismo:

Impacto:	C/E	PER	INT	EXT	MOM	PERS	REC	INTER
Generación de residuos sólidos	2	1	1	1	1	1	1	-

Impactos que podría provocar mantenimiento de instalaciones:

Impacto:	C/E	PER	INT	EXT	MOM	PERS	REC	INTER
Disminución de la calidad del agua	2	1	1	1	1	1	1	-
Generación de residuos	2	1	1	1	1	1	1	-

B) EVALUACIÓN DE IMPACTOS CON BASE EN LA MATRIZ DE LEOPOLD

Para facilitar el análisis se desarrollaron, por separado, dos matrices, una relacionada a la magnitud de cada impacto considerado y una segunda para enunciar la importancia con la que estos pudieran expresarse.



MATRIZ DE LEOPOLD

Magnitud

Impactos negativos
Impactos positivos

			PREPARACIÓN DEL SITIO							CONSTRUCCIÓN					OPERACIÓN Y MANT.					
			Apertura de caminos de acceso	Limpieza y despalme del área a construir	Nivelación	Remoción de suelo	Rehabilitación de caminos y brechas	Empleo de maquinaria pesada	Traslado de material pétreo	Cimentación	Construcción de canales y túneles	Edificación de la infraestructura	Empleo de maquinaria pesada	Jardinería	Tránsito de vehículos en la zona	Manejo de aguas residuales	Manejo de residuos sólidos	Afluencia del turismo	Mantenimiento de instalaciones	Mantenimiento de áreas verdes
FÍSICOS	Suelo	Calidad del suelo	-2	-2	-2	-2	-2	-1		-1	-5		-2			-1			-1	
		Parámetros físico-químicos	-2	-2	-2	-2	-2	-1		-1	-2		-2			-1			-1	
		Topografía	-3		-3		-2			-2	-5									
	Agua	Calidad del agua	-1	-1	-1	-1	-1	-2	-1		-5		-1		-1	-3	-2	-2	-1	
		Escurremientos naturales	-3		-3	-1	-2			-2	-3									
		Modificación de flujos hidrológicos	-3		-3	-1	-2			-2	-3									
	Aire	Calidad del aire	-1	-2	-1	-1	-2	-3	-2	-1	-2	-1	-3		-2	-1	-1			1
		Ruido	-3	-2	-3		-2	-3	-1	-1	-2	-1	-3		-1			-1	-1	
		Emisiones de gases	-1	-2	-1	-1	-2	-3	-2	-1	-1	-1	-3		-2	-1	-1			-1
		Emisiones de polvos	-1	-3	-1	-1	-2	-3	-2		-2		-3		-2					
BIOLOGICOS	Flora	Especies en peligro (NOM 059)		-2		-2				-1		-1		3						3
		Estructura de la Vegetación		-2		-2				-1		-1		3						3
		Pérdida de la cobertura vegetal		-1		-1								3						3
	Fauna	Desplazamiento		-1		-1	-1	-3	-1		-1		-1	2	-1			-1	-1	3
		Especies en peligro (NOM 059)																		
		Diversidad y abundancia		-1		-1		-1	-1				-1	2						3
	Recursos amb.	Calidad del paisaje		-1		-1	-2	-2	-1	-1	-2	-2	-1	3	-1				-1	2
		Belleza escénica		-1		-1	-2	-2	-1	-1	-2	-2	-1	3	-1				-1	3
		Fragmentación de hábitat					-1													
		Servicios ambientales																		
		Valor de Ponderación	-20	-23	-20	-19	-25	-24	-12	-15	-35	-9	-21	19	-11	-7	-4	-4	-7	20
SOCIO-ECONÓMICOS	Demografía		1							1		1	1	1					1	1
	Demanda de servicios		1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1	3	2	2	2	3	2	2
	Generación de empleos		1	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	5	2	2	2	4	4	4
	Actividad económica		1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	3	4	2	2	2	3	3	3
	Valor de Ponderación			4	4	4	4	4	4	7	6	8	8	13	6	6	6	10	10	10

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN					
Valor de Ponderación de Magnitud	Periodicidad	Magnitud	Importancia	Extensión	Con medida de mitigación
-21	temporal	no significativo	media	puntual	mitigable
-18	temporal	no significativo	baja	puntual	mitigable
-15	permanente	no significativo	media	puntual	mitigable
-23	temporal	no significativo	media	puntual	mitigable
-14	temporal	no significativo	baja	puntual	mitigable
-14	temporal	no significativo	baja	puntual	mitigable
-22	temporal	no significativo	baja	puntual	mitigable
-24	temporal	no significativo	baja	puntual	mitigable
-23	temporal	no significativo	baja	puntual	mitigable
-20	temporal	no significativo	baja	puntual	mitigable
0	temporal	no significativo	baja	puntual	mitigable
0	temporal	no significativo	baja	puntual	mitigable
4	temporal	no significativo	baja	puntual	mitigable
-7	temporal	no significativo	baja	puntual	mitigable
0					
0	temporal	no significativo	baja	puntual	mitigable
-10	temporal	no significativo	baja	puntual	mitigable
-9	temporal	no significativo	baja	puntual	mitigable
-1	temporal	no significativo	baja	puntual	mitigable

7	temporal	significativo	alta	local	
30	permanente	significativo	alta	local	
46	permanente	significativo	alta	regional	
35	permanente	significativo	alta	local	



biocenosis, A.C.

Para la Conservación de la Naturaleza



www.biocenosis.org.mx

MIA MP / CUS para el Desarrollo Ecoturístico Xibalbá

Capítulo V

MATRIZ DE LEOPOLD

Importancia

Impactos negativos
Impactos positivos

MATRIZ DE LEOPOLD			PREPARACIÓN DEL SITIO							CONSTRUCCIÓN					OPERACIÓN Y MANT.					
			Apertura de caminos de acceso	Limpieza y despalme del área a construir	Nivelación	Remoción de suelo	Rehabilitación de caminos y brechas	Empleo de maquinaria pesada	Traslado de material pétreo	Cimentación	Construcción de canales y túneles	Edificación de la infraestructura	Empleo de maquinaria pesada	Jardinería	Tránsito de vehículos en la zona	Manejo de aguas residuales	Manejo de residuos sólidos	Afluencia del turismo	Mantenimiento de instalaciones	Mantenimiento de áreas verdes
FÍSICOS	Suelo	Calidad del suelo	2	3	1	1	2	1		1	5		1			2			1	
		Parámetros físico-químicos	1	1	1	2	2	1		1	2		1			1			1	
		Topografía	1		1		1			1	5									
	Agua	Calidad del agua	2	3	2	2	2	3	2		5		2		1	3	3	2	2	
		Escurrimientos naturales	3		3	2	2			2	3									
		Modificación de flujos hidrológicos	3		3	1	2			2	3									
	Aire	Calidad del aire	1	2	1	1	2	2	2	1	2	1	2		2	1	1			1
		Ruido	2	1	2		1	2	1	1	2	1	2		1			1	1	
		Emisiones de gases	1	2	1	1	2	3	2	1	1	1	2		2	1	1			1
		Emisiones de polvos	2	3	1	1	2	3	2		2		2		2					
BIOLÓGICOS	Flora	Especies en peligro (NOM 059)		2		2			1		1		2						1	
		Estructura de la Vegetación	3	3		3	2			2		2		2					2	
		Pérdida de la covertura vegetal	4	4		2								2					1	
	Fauna	Desplazamiento		2		1	1	3	1		1		1	2	1			1	1	1
		Especies en peligro (NOM 059)																		
		Diversidad y abundancia		2		2		2	2				2	2						2
	Recursos amb.	Calidad del paisaje		2		2	2	2	2	1	2	2	1	2	1				1	2
		Belleza escénica		2		1	2	2	1	1	2	2	1	2	1				1	3
		Fragmentación de hábitat					1													
		Servicios ambientales																		
SOCIO - ECONÓMICOS	Demografía	1							1		1	1	1					1	1	
	Demanda de servicios	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1	3	2	2	2	3	2	2	
	Generación de empleos	2	3	2	2	2	2	2	2	2	3	3	5	2	2	2	4	4	4	
	Actividad económica	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	3	4	2	2	2	3	3	3	
	Valor de Ponderación	30	37	20	28	30	28	19	22	41	18	25	27	17	14	11	14	18	24	

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN			
Valor de Ponderación de Importancia	Periodicidad	Extensión	Con medida de mitigación
20	temporal	puntual	mitigable
14	temporal	puntual	mitigable
9	permanente	puntual	mitigable
34	temporal	puntual	mitigable
15	temporal	puntual	mitigable
14	temporal	puntual	mitigable
22	temporal	puntual	mitigable
18	temporal	puntual	mitigable
22	temporal	puntual	mitigable
20	temporal	puntual	mitigable
9	temporal	puntual	mitigable
19	temporal	puntual	mitigable
13	temporal	puntual	mitigable
16	temporal	puntual	mitigable
0			
14	temporal	puntual	mitigable
22	temporal	puntual	mitigable
21	temporal	puntual	mitigable
1	temporal	puntual	mitigable
7	temporal	local	
30	permanente	local	
48	permanente	regional	
35	permanente	local	

V.1.3.2 CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS

En el análisis de las matrices de Leopold de Magnitud e Importancia, existen columnas (verticales) de “valor de ponderación” que resultan de la sumatoria de los valores de los impactos generados por las diversas actividades del proyecto que se interrelacionan con cada uno de elementos ambientales destacando así las actividades con afectaciones de mayor magnitud, como son los valores que se encuentran por la generación de ruido (-24), disminución de la calidad del agua (-23), emisiones de gases (-23) y calidad del aire (-22). Estos impactos (negativos en este caso) todos son mitigables, de baja intensidad, temporales y puntuales.

Por lo que respecta al análisis de la matriz de importancia, del mismo modo existe una columna con “valor de ponderación” que facilita la identificación de aquellas actividades cuya afectación es más relevante por su importancia como las que corresponden a la disminución de la calidad del agua (-33), disminución de la calidad del aire (-23), calidad del paisaje (-22) y la belleza. Que, de igual forma, todos resultan ser mitigables, de baja intensidad, temporales, de alcance solo local o puntuales.

Por otro lado, en la parte inferior de Ponderación de valores de magnitud, se realiza la sumatoria de los impactos positivos que se esperan, en este caso, en el ámbito socioeconómico, siendo la generación de empleos el de mayor valor (+46) y el de incremento de actividad económicas ponderada con (+35), así como demanda de servicios que obtiene un valor de (+30).

Del mismo modo, en la matriz de magnitud, también existe dos filas (horizontales) de “ponderación de impactos” una con los atributos naturales (de color rosada) y otra para los atributos socioeconómicos (de color verde) en donde se resaltan las actividades del proyecto que provocarán un mayor interrelación de los elementos ambientales y valoraciones de los impactos más fuertes en el desarrollo del proyecto, siendo la construcción de canales y túneles la que presenta el valor más alto (-35), seguida por la rehabilitación de caminos y brechas (-25) y empleo de maquinaria pesada (-24) en la etapa de preparación del sitio y (-21) en la etapa de construcción. Todos estos impactos son mitigables, puntuales y temporales a excepción de la construcción de los canales y túneles los cuales serán impactos permanentes.

En el análisis de la parte de la preparación del sitio se registra la mayoría de los impactos negativos,. Es en esta fase del proyecto en donde se identifica el mayor número de impactos adversos, contabilizando 88 interrelaciones totalizando una sumatoria del valor de ponderación de -143 aunque todos resultan de poca magnitud.

Por otro lado, en el análisis de la fase de la construcción de la infraestructura, también se evalúan los impactos negativos con poca magnitud, a excepción de los provocados por las excavaciones y la construcción de canales y túneles. Sin embargo, el número de impactos identificados disminuye a 43 interrelaciones acumulando un total de la sumatoria del valor de ponderación de -80.

En tanto que para la fase de operación del proyecto todos los impactos son de poca magnitud y el total de interrelaciones nuevamente disminuye hasta 27, acumulando un total de valores de ponderación de -33.

Lo anterior nos indica que la fase de mayor magnitud de impactos ambientales es la de la preparación del sitio, disminuyendo la magnitud de los impactos durante la fase de construcción y que en la fase operación es en donde encontramos la menor magnitud e intensidad de impactos ambientales.

Esta ponderación de impactos nos indica, de manera a priori, en donde se debe concentrar la atención y el cuidado en la aplicación de las medidas de prevención, mitigación y restauración.

Por lo que corresponde a la evaluación de impactos, en la parte inferior de la matriz de Importancia destaca de nuevo a la construcción de canales y túneles como los impactos de mayor importancia, obteniendo un valor de -42, seguido por la limpieza y el despalme del área a construir, con un valor de ponderación de -37 y apertura de caminos de acceso con -30.

Este análisis nos ayuda a identificar cuáles serán los elementos ambientales de mayor importancia y que presentan mayor interrelación con las actividades del proyecto, así como, los elementos ambientales en donde se espera la mayor carga de impactos

Construcción del escenario modificado por el proyecto

El proyecto que se evalúa en la presente Manifestación de Impacto Ambiental se visualiza como una iniciativa dirigida franca y directamente hacia la restauración de los escenarios naturales de los predios que lo sustentan, en el entendido de que son, justamente, los escenarios naturales y su diversidad biológica, el sustrato por excelencia de las actividades de solaz, esparcimiento, convivencia con la naturaleza y con la cultura propia de la región que son, a su vez, su objetivo primordial.

El Desarrollo Ecoturístico Xibalbá se concibe como un esfuerzo fincado en una infraestructura de la más alta calidad y empleadora de las más adecuadas y modernas medidas de mitigación de impactos en todos sus detalles, que resultará, por tanto, conciliadora con el entorno, fomentando la conservación y restauración de cada uno de los elementos que integraron estos paisajes en su forma original, a la vez que una empresa socialmente responsable que buscará las mejores calificaciones en su desempeño, que motivará el desarrollo regional mediante la generación de empleos bien remunerados, que se constituirá un polo de desarrollo sustentable para las comunidades aledañas, en beneficio de sus habitantes, de la región y la entidad en su conjunto.

Con base en los datos de campo y el análisis de los mismos mediante el uso de metodología de evaluación de impactos, el escenario pronosticado para el área donde se pretende el aprovechamiento de materiales será el siguiente:

El principal efecto será el de la remoción de la vegetación, circunscrito con énfasis en la reducida proporción del terreno (<5 %) a ser desplantada, y la remoción de materiales derivada del desarrollo de accesos a los distintos atractivos del proyecto, lo que traerá como consecuencia un cambio en la distribución y comportamiento de las especies de fauna, ya que el desmonte al requerir de la utilización de maquinaria pesada, afectarán temporalmente los niveles sonoros. La extracción de materiales tendrá efectos de poca magnitud sobre la erosión y la geomorfología del

área. Los impactos negativos podrán disminuirse mediante la correcta ejecución y cumplimiento de las medidas de mitigación.

Aunado a lo anterior, se aplicarán programas de restauración vegetal, jardinería y mantenimiento, consiguiendo la recuperación de la cobertura vegetal, disminuyendo así los efectos negativos de los impactos ambientales durante la fase de preparación y construcción del proyecto, generando un paisaje atractivo para el turismo.

En los aspectos socioeconómicos habrá una notoria mejoría, ya que las actividades económicas (uso agropecuario) que actualmente se desarrollan en el área, de manera marginal, beneficiando modestamente a un número reducido de familias, serán complementados por la generación de un importante número de empleos permanentes, que se incrementará mientras más avance el proceso desde la fase de preparación, construcción hasta llegar a la de operación; además de que se detonarán, también de manera creciente, las actividades terciarias y se aumentará la plusvalía de los terrenos circundantes.

Identificación de los efectos en el sistema ambiental

Los impactos ambientales por componente ambiental, pronosticados durante la ejecución del Proyecto son descritos detalladamente, lo que permitirá contar con la información necesaria que permitirá más adelante definir las medidas de mitigación más adecuadas:

a) Suelo

✓ Pérdida de suelo

El impacto por la pérdida del suelo sobre áreas de desplante proyectadas puede ser considerado como residual de poca magnitud e importancia si se toma en cuenta que el porcentaje que significan estas respecto a la superficies total del proyecto y que el suelo vegetal será recuperado para ser utilizado posteriormente contribuyendo a los esfuerzos de composteo en benéfico de la fertilidad de terrenos a ser restaurados.

En resumen, los impactos por pérdida de suelo resultan proporcionalmente moderados en cuanto a su magnitud e importancia, mitigables, y pueden ser debidamente compensados restaurando áreas aledañas perturbadas con anterioridad.

Superficie afectada 22.2 ha (< del 5%)

✓ Contaminación de suelo por residuos sólidos, líquidos y peligrosos.

Durante la ejecución del proyecto, se generarán residuos sólidos y líquidos que pudieran significar un riesgo de contaminación, en este caso, al suelo; a la vez que no se descartan posibles derrames eventuales por el empleo en el sitio de materiales peligrosos como combustibles y lubricantes para la operación de la maquinaria, aunque cabe reiterar que no se tiene vislumbrado que opere taller alguno dentro del área del proyecto.

Estos impactos serán totalmente prevenidos mediante el establecimiento de estrategias de control y manejo, tal como, letrinas portátiles, contenedores de basura que inviten a la separación de la misma en orgánica (destinados a la composta), plásticos, metales y vidrio, sujetos al

programa de traslado al basurero municipal a cargo de la empresa, definición de un sitio de resguardo y manejo de combustibles útiles solo para cubrir las necesidades semana por semana evitando la acumulación de los mismos.

✓ **Modificación de la topografía.**

Se contempla realizar excavaciones en el sitio del proyecto, con la intención de formar túneles o caminos subterráneos para el acceso de personas de todas las edades y condición física a varios de los atractivos del complejo ecoturístico.

Para la apertura de túneles para el tránsito de personas se utilizarán martillos neumáticos manuales. Las dimensiones de los túneles serán de 2 metros de alto por 1.5 metros de ancho y se utilizarán mayormente como accesos a cenotes, así como salidas de emergencia.

Los túneles proyectados se pretende que posean en total una longitud de 200 metros aproximadamente.

En ninguna excavación se utilizarán explosivos, únicamente maquinaria y herramientas manuales para los acabados. El material producto de la excavación será retirado utilizando carretillas manuales, cargando camiones de volteo teniendo dos destinos posibles: el relleno y nivelación de caminos o terrenos objeto de desplante o bien en el desarrollo de cordilleras que serán posteriormente reforestadas hasta integrarlas al paisaje.

Longitud de túneles: 200m, Volúmenes de material: 500 m³

b) Agua

✓ **Modificación en la hidrología superficial**

La modificación de la hidrología superficial puede ocurrir derivada de la remoción misma de la vegetación, de la capa orgánica del suelo, así como de las capas superficiales del mismo o bien en caso en que los materiales removidos sean acumulados en sitios inadecuados; sin embargo tales afectaciones serán puntuales y en todos los casos temporales y mitigables ya que de suceder podrá ser subsanado inmediatamente, sea desarrollando los drenajes necesarios para devolver la dinámica de cualquier flujo de agua o bien removiendo tales materiales hasta encontrar su ubicación ideal o bien distribuyéndolo sobre caminos y brechas.

✓ **Contaminación de acuífero por residuos sólidos, líquidos y peligrosos**

La generación de aguas residuales durante las etapas de preparación, despalle y apertura de accesos podría generar riesgos de contaminación al acuífero y al suelo derivado de un manejo deficiente o inadecuado. Este posible impacto será totalmente mitigado mediante contrato de prestación de servicios especializado, donde la empresa, bajo contrato, se comprometa a dar el manejo y mantenimiento a las letrinas portátiles receptoras de tales residuos, así como mediante las correspondientes pláticas con el personal responsabilizándolo del mantenimiento de las condiciones naturales que deberán imperar en el sitio de la obra en beneficio propio y del proyecto.

c) Aire

✓ **Contaminación atmosférica por gases y polvos**

El movimiento de materiales y tránsito de vehículos provocará un impacto a la calidad del aire en la zona del proyecto, debido a la emisión de gases provenientes de los escapes de vehículos y maquinaria. Sin embargo dado que estas maquinarias serán arrendadas a un prestador de servicios especializado, el contrato correspondiente contendrá obligadamente un calendario de mantenimiento al que tal maquinaria deberá estar sujeta, para atender el tema de emisiones de gases y ruido. Derivado de lo anterior se considera que estos impactos serán solo de alcances temporales, de modesta magnitud y mitigables, ya que, para complementar el cuadro de recomendaciones en este tema, los movimientos de suelo a los que haya lugar, siempre deberá hacerse en las primeras horas del día, en fase húmeda y cubiertos con lonas para evitar dispersión de polvo.

Cuadro V.5.1. Relación de maquinaria útil durante la fase del PROYECTO y consumos de combustible					
#	Nombre de la maquinaria y equipo	Consumo diésel por hora (lts)	Consumo diésel por mes (lts)	Periodo en meses	lts/mes
1	Tractor D-6	10	1200	1	1200
2	1 Excavadora con oruga 380	12	1440	24	34560
3	2 Excavadora con oruga 380	12	1440	12	17280
4	1 Retroexcavadora	6	720	36	25920
5	2 Retroexcavadora	6	720	12	8640
6	Motoniveladora	10	1200	2	2400
7	Vibrocompactador	10	1200	2	2400
8	pipa agua	6	720	2	1440
9	1 Camión de carga	8	960	36	34560
10	2 Camión de carga	8	960	12	11520
11	1 minicargador	5	600	36	21600
12	2 minicargador	5	600	36	21600
13	3 minicargador	5	600	36	21600
14	4 minicargador	5	600	36	21600
15	1 compresor neumático	3	360	36	12960
16	2 compresor neumático	3	360	36	12960
17	3 compresor neumático	3	360	36	12960
18	4 compresor neumático	3	360	36	12960

19	Trituradora Vermeer	5	600	12	7,200
				total	285,360
* El consumo mensual es considerando 6 horas de trabajo continuo promedio diario durante 5 días a la semana debido a que incluye pausas en su uso.					

✓ Contaminación atmosférica por ruido

La operación de equipo y maquinaria durante las etapas de preparación del terreno y ejecución del proyecto generará niveles de ruido, cercanos a los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-081-SEMARNAT-1994 (90 db para fuentes móviles y 99 db para las fijas). El impacto será temporal y localizado en los sitios donde el equipo (maquinaria pesada y vehículos) sea operado. El efecto del ruido en el personal de obra corresponde a un impacto totalmente mitigable con el uso de tapones o diademas auditivas, en tanto que la fauna será ahuyentada por el ruido hacia áreas menos perturbadas, pudiendo regresar fácil y espontáneamente una vez que tales estímulos desaparezcan.

Estos impactos son de poca magnitud e importancia por el tamaño del área afectada y por el corto tiempo que perdurará durante el proceso de construcción.

d) Vegetación.

✓ Pérdida de la cobertura vegetal

El impacto ambiental más importante, de carácter permanente e irreversible será el vinculado con la pérdida de superficies antes forestales o porciones de antiguos hubches o potreros destinadas ahora a integrarse como vías de acceso (caminos, brechas, senderos, veredas), así como aquellas áreas cuya cobertura vegetal y capa de tierra fértil será removida del todo para albergar los elementos de infraestructura que en este caso se representan por un porcentaje del orden del 5% previsto para áreas de desplante, siendo que el resto de la superficie (95%) se destinará a la conservación y, más que intacta, será objeto de un sistemático programa de restauración y enriquecimiento, valiéndose estrictamente de especies locales.

Con la finalidad de asegurar que no sean desplantadas y desmontadas áreas adicionales a las previstas por el proyecto, el promovente se obliga a hacer la delimitación de áreas de conservación aledañas a los frentes de trabajo, empleando cal y cintas plásticas; señales que permanecerán durante el proceso de obra y que una vez finalizadas serán removidas.

Como fuera dicho antes, el material vegetal removido será picado y triturado, depositándolo provisionalmente en sitios específicos para su almacenamiento y posteriormente utilizado, bien para cubrir caminos, buscando con ello evitar erosión y generación de polvos o bien como elemento útil en el proceso de composta, sustrato de las actividades de jardinería y restauración de suelos y reforestación. Además de que las afectaciones a la cubierta vegetal se verán atenuadas por las acciones de rescate, dirigidas con énfasis hacia ejemplares de especies consideradas por la NOM 059 SEMARNAT 2010.

Superficie de despalle: 22.2 ha

e) Fauna silvestre

✓ Desplazamiento de fauna silvestre fuera del predio

Dadas las condiciones de la zona donde se llevarán a cabo las actividades de proyecto, se prevé que las alteraciones a la fauna serán mínimas. Pues no solo serán desarrolladas de manera paulatina y programada, dando oportunidad a que la mayoría de los especímenes se trasladen a otros sitios por sus propios medios, dado que, al utilizar maquinaria, el ruido generado por estas tendrá un efecto de ahuyentamiento y que al ser moderado solo propiciara movimientos locales (dentro de los amplios predios que albergan al proyecto), de tal suerte que el disturbio producto del transporte de materiales e insumos, el tránsito vehicular, la operación de equipo y las actividades propias de la preparación del terreno, como se dijo antes, inducirán el desplazamiento de fauna hacia zonas no perturbadas. Por lo anterior, este impacto se evalúa como temporal, mitigable, y de baja magnitud e importancia considerando que una vez pasada esta etapa, toda el área se reconstituirá en calidad de hábitat disponible y, más aun, enriquecido a favor de atraer de nuevo a los ejemplares ahuyentados y a tantos otros y sus poblaciones que serán aquí conservadas y fomentadas a perpetuidad.

✓ Pérdida de individuos de especies animales

Para reducir al mínimo la afectación a este recurso, el promovente desarrollará acciones de capacitación a los trabajadores, así como programas de protección para evitar la posible pérdida de individuos de especies animales durante las etapas del proyecto, de la misma manera, aplicará según el caso, actividades de rescate de los individuos de poca movilidad para lo cual se recurrirá a un equipo especialista en manejo de fauna y una cuadrilla de apoyo para garantizar que la captura, manejo, transporte, custodia y liberación de los mismos (actividades que siempre representan un riesgo para los propios ejemplares) no resulte un efecto aún más lesivo para su supervivencia.

f) Paisaje

✓ Elementos de la composición

Las afectaciones al paisaje sin duda serán negativas y notorias al momento de ejercer el desplante, así como al trasladar los materiales de un punto a otro, sin embargo estos efectos son solo de alcance local, claramente temporales, mitigables y sin duda, una vez concluido este proceso, los paisajes serán ampliamente restaurados, ricamente reforestados tratando de emular la diversidad propia de la floresta original de la región, buscando devolver a esta la estructura con la que contaron estos montes aun antes de haber sido alterados por las actividades agropecuarias antes descritas, devolviéndoles su carácter de hábitat de la fauna silvestre propia y característica y sujetándolos a constantes tareas de vigilancia para propiciar en ellos el más absoluto respecto a las poblaciones ya para entonces en franca regeneración.

✓ Calidad del paisaje

Como fuera dicho antes este impacto es de carácter permanente e irreversible, pero de poca magnitud e importancia si se tiene en consideración que la superficie de aprovechamiento es de apenas el 5 % de la superficie total del proyecto y finalmente podrá considerarse aun de carácter benéfico en tanto que ya transcurridas las fases de preparación del sitio y construcción, todos los esfuerzos del proyecto estarán encaminados a restaurar las condiciones y elementos constructivos del paisaje propio de las selvas medianas sub caducifolias de la región, carácter que a la fecha ya ha perdido buena parte de la extensión de los predios que albergan al proyecto al haber sido

escenario de añejas actividades agropecuarias, al igual que lo han sido otras amplísimas áreas de su vecindad dentro de la UGA 1.2I y la sub cuenca hidrología Chemax oriente .

g) Socio – económicos

✓ Demanda de insumos (agua, combustible y energía eléctrica)

En este ámbito las actividades del proyecto en todas sus etapas generarán impactos positivos derivados de la demanda de diversos tipos de materiales e insumos provenientes de las comunidades vecinas, ocasionando una derrama económica temporal y preparándose para una derrama posterior mucho mayor en beneficio de la población aledaña pues, llegado el momento, tal derrama no solo será la consecuente para satisfacer las necesidades de la población de trabajadores empleados durante esta fase inicial, sino la de trabajadores permanentes y visitantes constantes al Desarrollo Ecoturístico Xibalbá.

✓ Generación de empleos

Cuadro V.5.2 Relación de personal requerido en las diferentes etapas del proyecto				
Mano de obra a utilizar	Cantidad		Periodo de empleo (meses)	
	construcción	operación	construcción	operación
Peón	100	4	60	permanente
Maestro albañil	80	2	60	permanente
Fierrero	10		48	
Plomero	5		48	
Electricista	4		48	
Pintor	3		12	
Operador de maquinaria	15		12	
Seguridad y vigilancia	5		60	
Personal de limpieza	10		60	
Supervisor de obra	2		60	
Cabo de obra	4		60	
Técnicos en instalaciones especiales	2	4	12	permanente
Jardinero	10	10	60	permanente
Jefaturas operativas		10		permanente
Gerencias de área		10		permanente
áreas publicas		30		permanente
guías		130		permanente
	250	200	600	

- ✓ Incremento en la demanda de servicios
Visualizando las cualidades y las posibles dimensiones de la afluencia de visitantes que podría generar el proyecto, del orden de 2,000 personas/día en momento de operación óptima, se prevé, como consecuencia del mismo, una derrama económica relevante para el municipio y el estado, al incrementar las actividades económicas vinculadas con este rubro, lo que repercutirá en un proceso sostenido de generación de beneficios para la localidad, el estado y el país.
- ✓ Generación de actividades productivas.
Del mismo modo, llegado el momento de iniciar la operación y funcionamiento del proyecto Xibalbá, este provocará la activación de la economía regional y un incremento y diversificación de las actividades productivas y con ello una activación en la economía de la región.

5.1.3.2 METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN Y JUSTIFICACIÓN

Por definición, un impacto ambiental es cualquier alteración de las condiciones ambientales o las creaciones de nuevos conjuntos de condiciones ambientales adversas o benéficas, causadas o inducidas por acciones generalmente de origen antropogénico.

La identificación y la evaluación de los impactos ambientales juegan un rol central en la elaboración del Plan de Manejo Socio Ambiental, en el cual se plantean las medidas que permitirán evitar o minimizar los impactos negativos, que implicaría la construcción y operación del proyecto, así como potenciar o maximizar los impactos benéficos.

Los impactos ambientales que pueden ocurrir durante la ejecución del Proyecto Desarrollo Turístico Xibalbá han sido identificados siguiendo un proceso metodológico adecuado, orientado a determinar estos impactos de manera objetiva y clara en cada una de las etapas de desarrollo del proyecto, desde la selección del sitio, diseño y planeación del proyecto, de preparación, construcción de la infraestructura, operación y mantenimiento.

En el Capítulo 2 de esta manifestación se ha descrito a detalle el proceso que seguirá el proyecto en sus distintas etapas; con esta información y considerando los objetivos centrales del Desarrollo Ecoturístico Xibalbá en cuanto a sustentabilidad se refiere, se consideró la aplicación de un serie de metodologías dirigidas a la identificación y evaluación de los impactos ambientales inherentes a estas obras, considerando así la elaboración de una lista de chequeo para cada una de sus etapas, misma que fue complementada con la opinión de expertos en diversas materias, entre las que se encuentran geo hidrología, calidad del agua, hidrobiología, la materia forestal, botánica y mastozoología, entre otras.

Del mismo modo, se utiliza una matriz de Leopold la cual consiste en elaborar una matriz en donde se representan, en las columnas, las principales acciones derivadas de la ejecución del proyecto en sus diferentes etapas y, en los renglones, los diferentes factores, del medio natural y del medio socioeconómico.

La integración de estas metodologías tiene la finalidad de detectar e identificar los impactos potenciales tanto positivos como negativos que pudieran ser generados por el proyecto y responde

a una concepción integral de tipo discrecional, que parte, en sentido deductivo, desde un análisis general a uno específico, derivando en la obtención de una correcta identificación y evaluación de los impactos ambientales del Proyecto sobre los ámbitos físico, biológico y socioeconómico propios del área de influencia., señalándose *a priori* las principales estas alteraciones ambientales.

Los impactos ambientales que pueden ocurrir durante la ejecución del Proyecto Desarrollo Ecoturístico Xibalbá han sido identificados siguiendo un proceso metodológico adecuado, orientado a determinar de manera objetiva y clara, las implicancias del Proyecto con énfasis en su etapa de preparación del sitio: cambio de uso del suelo. La metodología definida responde a una concepción integral de tipo discrecional, que parte desde un análisis general a uno específico, derivando en la obtención de una correcta identificación y evaluación de los impactos ambientales del Proyecto, señalándose *a priori* que estas alteraciones ambientales se darán siempre dentro de las áreas a solicitada para el CUSTF.

La aplicación metodológica aplicada, analizó los sistemas ecológicos naturales y las acciones del proyecto en sí, de tal manera que permite evaluar las interacciones entre ambos, a fin de tener una idea real del comportamiento de todo el sistema.

Con base a la descripción del sistema ambiental descrita en el CAPÍTULO IV, en esta sección se presentaron las metodologías empleadas para la identificación y evaluación de los posibles impactos al ambiente, asociados con el proyecto, evaluando la importancia que los referidos impactos pudieran tener sobre los ámbitos físico, biológico y socioeconómico propios del área de influencia y poder establecer las acciones y medidas de prevención oportunas; diseñar las medidas de mitigación apropiadas; definir los medidas de restauración de manera escrupulosa y las medidas de compensación necesarias.

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Las medidas de prevención, mitigación y compensación que se refieren sugieren acciones que moderan, mitigan y disminuyen efectos negativos al ambiente. En esta sección se desarrollará la parte medular en materia ambiental del presente manifiesto. Se identificarán los impactos ambientales que corresponden al proceso de Cambio de Uso del Suelo (CUS en adelante) a la vez que se esbozan aquellos otros correspondientes a las fases posteriores a esta: construcción y operación, y de los que podrían tener lugar en las colindancias y área de influencia del proyecto, por su naturaleza se clasifican en los siguientes grupos.

Prevención: Las obras o acciones tendientes a evitar que el impacto se manifieste. Estas medidas adquieren gran relevancia porque su correcta ejecución evita que ocurran ciertos impactos, por lo que adquieren carácter prioritario.

Mitigación: Las obras o acciones propuestas para lograr que el factor ambiental sujeto a análisis se mantenga en una condición similar a la existente, siendo afectada lo menos posible por la incidencia del proyecto.

Compensación: Las acciones o medidas que retribuyan algún beneficio a cargo del impacto ocasionado cuando no existen alternativas para su prevención, mitigación o restauración. Estas medidas deberán ser proporcionales al impacto ocasionado.

La simbología utilizada para describir las medidas propuestas especifica su tipo, el componente del medio ambiente susceptible a la afectación, la etapa en que es aplicable, la medida y los medios necesarios para dar seguimiento a cada acción realizada, de manera que funcionen como evidencias documentales de control y cumplimiento ambiental de las actividades (Cuadro VI.1).

Cuadro VI.1. Simbología que se utilizara para categorizar las medidas propuestas del proyecto.						
Tipo de medida		Componente afectado		Etapa del proyecto		Seguimiento
Prevención	P	Aire	Ai	Cambio uso del suelo	CUS	Descripción del soporte con el que se comprueba la aplicación de la medida
Mitigación	M	Flora	Fl			
Compensación	C	Fauna	Fa			
		Suelo	S			
		Agua	Ag			

VI.1 Descripción de las medidas de conservación, prevención y mitigación

VI.1.1 Medidas de conservación

Un factor altamente favorable que considera el Proyecto Desarrollo Ecoturístico Xibalbá corresponde al **mantenimiento sin alteración de una alta proporción de la vegetación nativa**, hecho que mejorará la composición florística de la vegetación, restaurará la conectividad del ecosistema y la dispersión de la fauna de la región, a la vez que permitirá la infiltración y recarga

del acuífero de la zona del proyecto, manteniendo la infiltración del 80% al subsuelo, a través de fracturas, oquedades y conductos de disolución de las calizas, la evapotranspiración y el aprovechamiento por parte de la vegetación del restante 20 % restante esta. De la misma manera que representará de nuevo un espacio ideal para que se resguarde la fauna silvestre que, se trasladará ahí proveniente de las vecindades en las que son perseguidos.

VI.1.2 Medidas de prevención

En atención a la necesidad de prever afectaciones derivadas de la producción de residuos sanitarios, especialmente dirigido a evitar el fecalismo al aire libre se considera la contratación de **sanitarios móviles** para uso del personal que labore en las obras, a fin de evitar la contaminación del aire, suelo y manto freático.

Para estos efectos se usarán sanitarios contruidos en polietileno de alto impacto, con capacidad de almacenamiento de 300 litros en el tanque, recomendados para intensidades de uso del orden de 300 usos o para 75 personas en turnos de ocho horas. Dispositivos que constan de WC con tapa, mingitorio, indicador de casetas para hombres y mujeres, chimenea de ventilación de olores e indicador de uso de abierto/cerrado en la puerta de la caseta.

El proveedor proporcionará el acondicionamiento del tanque del WC con productos aromatizantes y desinfectantes, dotación de papel en cada servicio de limpieza, lavado de caseta por dentro y por fuera en cada servicio y la disposición y traslado de los residuos en sitios autorizados.



Figura VI.1 Casetas sanitarias portátiles

Sanitarios portátiles cuyo número optimo, además de depender de la necesidad de atender la densidad y numero de los trabajadores (1 por cada 10 empleados), dependerá de la amplitud y lejanía entre las distintas áreas de trabajo que podrían estar en operación simultáneamente, por lo que la distribución de tales dispositivos deberá ser objeto de constante supervisión y ajustes y distribución dentro del área de trabajo dependerá a su vez del número de empleados y el ritmo y distribución de las obras dentro del área de la obra.

Para la etapa de ejecución de las obras inherentes al CUS se considera la contratación de alrededor de 10 empleados: 3 topógrafos, 1 jardinero, 5 operadores y 1 supervisor

Por lo que respecta al **Mantenimiento preventivo de equipos, vehículos y maquinaria**, se prevé que el contrato para el arrendamiento de las mismas abarque el compromiso, por parte de la empresa, de efectuar los trabajos inherentes al mantenimiento general de las mismas evitando la necesidad de instalar un taller de esta naturaleza dentro de los terrenos del proyecto.

En relación al movimiento de materiales y **para atenuar los impactos derivados de la dispersión de polvos a la atmosfera** se prevé que los camiones que transporten material pétreo deberán circular a baja velocidad, deberán hacer de preferencia a horas tempranas de la mañana, además de contar con lonas que eviten tales dispersiones a la vez que manejen tales materiales en fase húmeda para contribuir con este fin.

Para evitar la contaminación visual, así como del suelo y agua se prevé la **Colocación de botes (basureros) de recepción de residuos sólidos en las áreas de trabajo**, mismos que contando con tapa serán debidamente rotulados para invitar a la separación en materiales orgánicos, plásticos, papel y metales.

Manejo de los residuos peligrosos: Este aspecto podría relacionarse acaso con el manejo de aceites y combustibles, tema que será atendido ubicando un sitio específico para el resguardo de los combustibles útiles solo para el consumo durante una semana, evitando acumulaciones masivas de estos y evitándose el manejo de aceites, que en caso de ser utilizados tanto sus recipientes, como las estopas impregnadas deberán ser depositadas en contenedores específicos, garantizando la disposición final de estos residuos en los sitios designados por la autoridad competente.

Para optimizar el efecto de las medidas preventivas descritas se anota la necesidad de que el promovente fomente el desarrollo de eventos de **Capacitación al personal operativo y de supervisión** tanto en materia de manejo de residuos: sanitarios, sólidos y su debida separación, como en el manejo de materiales, y las absolutas limitaciones en materia de aprovechamientos de flora y fauna silvestre, así como en relación a conducirse con discreción dentro de las área de trabajo y acatar las disposiciones contractuales que rigen su participación.

Cumplimiento de la normatividad que regula los procesos de autorización y ejecución de las obras aprobadas por las autoridades competentes, lo que permitirá desarrollar un proceso compatible con su entorno ecológico, afectando las menores áreas posibles y siempre dentro de los límites de las áreas solicitadas para tal efecto.

VI.1.3 Medidas de mitigación.

En relación al ruido producido por la maquinaria utilizada: se prevé la utilización de tapones auditivos dotados por la empresa a los trabajadores y operadores de maquinaria que estén expuestos al ruido producido por la maquinaria, reduciendo el riesgo de daño al sistema auditivo de quienes participan en dichas actividades.

En relación al proceso de despalme dentro de las áreas objeto del CUS: se prevé que las áreas de desplante sean debidamente señaladas mediante cintas plásticas que faciliten a los operadores de maquinaria y capeadores evitar impactar áreas distintas a estas, además de que se considera la oferta y obligación del promovente a restaurar en su momento y enriquecer las áreas aledañas mediante el empleo de especies autóctonas, que devuelvan a esta zona su calidad como hábitat para la fauna silvestre, a la vez que se eliminen riesgos de la erosión de los suelos y, en general mejoren el suministro de los servicios ambientales en la región.

Para evitar impactar áreas distintas a aquellas destinadas al CUS, como producto del movimiento y almacén de productos pétreos que sean removidos, se prevé la definición y uso de sitios para el almacenamiento provisional de dichos materiales ubicados en áreas anteriormente impactadas (potreros), además de propiciar su reciclamiento; de la misma forma, que la **capa orgánica de los terrenos afectados se prevé sea almacenada en sitios específicos para luego ser destinada para la plantación de los árboles y tareas de jardinería, fomentando el reciclamiento y mantenimiento de** la fertilidad del suelo.

En apoyo a las tareas de recepción y separación de residuos orgánicos se prevé el retiro frecuente de los contenedores de residuos sólidos, para su posterior envío a sitios autorizados (relleno sanitario) para su disposición final, reduciendo la contaminación del suelo.

Buscando el reciclamiento de materiales orgánicos, así como para prever la incidencia de incendios, se prevé la trituración de la vegetación producto del desmonte para ser empleado, bien como cobertura de caminos, evitando la generación de polvos, bien como materia de composta a ser utilizada en las áreas donde se realicen actividades de reforestación; medida que tiene un efecto positivo en el mejoramiento de la calidad del suelo, además de reducir las probabilidades de incendios al prohibir la quema de tales materiales al interior del área de trabajo.

Para evitar la contaminación atmosférica, del suelo y agua el promovente asume la **total limitante al empleo de productos químicos como método para control de maleza, o de plagas** durante la etapa de CUS y subsiguientes.

Como una de las condiciones contractuales del personal adscrito a esta fase de CUS está **el evitar cualquier daño o aprovechamiento de elementos de la flora y fauna** del sitio, a fin de fortalecer las medidas restauración de los ecosistemas afectados.

Como una medida más a favor de la conservación de la fauna silvestre de la zona, se prevén revisiones constantes y exhaustivas previas a la afectación de las áreas de CUS para propiciar ahí el **ahuyentamiento y salvaguarda de la fauna susceptible de afectación** y su desplazamiento por sus propios medios hacia los lugares dentro del predio que presenten mejores condiciones de seguridad. De la misma manera se revisará la presencia y reubicarán los nidos o madrigueras activas en dichas áreas y sus colindancias para, en su caso intervenir, capturándoles y trasladándoles al sitio que en el momento se considera más seguro para su salvaguarda.

A continuación se describen las medidas recomendadas para prevenir y mitigar los impactos negativos generales del proyecto en los Medios Natural y Antrópico identificados en la Matriz de Calificación Ambiental para cada elemento ambiental.

Cuadro VI.2 Medidas recomendadas para prevenir y mitigar los impactos negativos generales del proyecto durante la fase de CUS en los Medios Natural y Antrópico identificados en la Matriz de Calificación Ambiental

Componente Ambiental: AGUA.

Medida	Tipo de medida	Seguimiento
Se mantendrán áreas de conservación con la vegetación nativa que permitan la infiltración y recarga del acuífero de la zona del proyecto a través de fracturas, oquedades y conductos de disolución de las calizas.	C	Supervisión en campo de la delimitación de las zonas de desmonte e instrumentación del procedimiento del derribo direccional Memoria fotográfica de las actividades de desmonte direccionado.
Habilitar sanitarios móviles (letrinas) distribuidos de tal manera que el personal tenga acceso a ellos en cualquiera de las áreas en las que se encuentre laborando, dispositivos a los cuales se les brindará mantenimiento preventivo periódico, de parte de la empresa contratada, de manera que se asegure su óptima operación y cuyo uso será obligatorio de todos los trabajadores evitando la defecación al aire libre y con ello infiltraciones al suelo y al agua.	P	Facturas de renta, memoria fotográfica y supervisión en campo.
Los sanitarios deberán ser en número suficiente y se deberán colocar letreros que promuevan su uso. Y prohibiciones estrictas al fecalismo al aire libre	P	Fotografías de la distribución de ellos y supervisión en campo.
Las aguas residuales generadas por las letrinas móviles serán dispuestas por la empresa prestadora del servicio, en un sitio autorizado por la autoridad correspondiente.	P	Facturas de renta, fotografías del retiro de las aguas residuales.
El almacén que se habilite como parte de las instalaciones provisionales, deberá contar con un sanitario móvil para el control de aguas sanitarias.	P	Facturas de renta, fotografías y supervisión en campo.
Quedará prohibido depositar cualquier tipo de residuo peligroso en suelo natural.	P	Supervisión en campo de la aplicación del procedimiento de manejo de residuos peligrosos.
El agua para consumo de los trabajadores, procederá de bidones proveídos por la constructora.	M	Fotografías del suministro de agua.

Continúa cuadro VI.2 Medidas para el componente ambiental: AIRE.

Medida	Tipo de medida	Seguimiento
El equipo, vehículos y maquinaria utilizados deberán contar con mantenimiento preventivo a cargo de la compañía arrendadora para garantizar operación dentro de parámetros establecidos por la normatividad vigente	P	Facturas de arrendadora Llevar a cabo el procedimiento de supervisión ambiental
Los camiones que transporten material pétreo en el área del proyecto, deberán circular a baja velocidad y contar con lonas que eviten la dispersión de polvos, además de humedecer el material para el traslado.	P	Notificación-Circular. Supervisión en campo, fotografías de uso del material y equipo necesario.
Los vehículos y maquinaria utilizados deberán contar con el registro de mantenimiento preventivo en la bitácora correspondiente.	P	Bitácora de mantenimiento por vehículo
Los trabajadores y operadores que estén expuestos al ruido producido por la maquinaria, deberán utilizar tapones auditivos.	P	Supervisión en campo, fotografías de uso del equipo.

Continúa cuadro VI.2 Componente Ambiental: Suelo

Medida	Tipo de medida	Seguimiento
En las áreas de trabajo se ubicarán botes de recepción y separación de residuos sólidos rotulados y con tapa para evitar la proliferación de vectores indeseables. No se permitirá la disposición de residuos en el piso descubierto.	P	Supervisión en campo de la aplicación del Procedimiento de manejo de residuos sólidos. Memoria fotográfica de la rotulación de los recipientes y ubicación de los mismos.
Los contenedores de residuos sólidos, se deberán retirar periódicamente para ser enviados a sitios autorizados (relleno sanitario) para su disposición final.	M	Supervisión en campo, memoria fotográfica del retiro de los recipientes y recibos del relleno sanitario.
Limpieza, recolección y disposición adecuada y periódica de los residuos sólidos urbanos existentes en el área de influencia del proyecto.	C	Supervisión en campo y memoria fotográfica del mantenimiento aplicado. Recibos del ingreso de los residuos a disposición final.
Los residuos derivados del despalle serán triturados y utilizados para las labores de reforestación y cobertura de brechas en donde lo amerite. No se dispondrá el material sobre vegetación nativa. Únicamente se enviará al tiradero municipal los residuos sólidos urbanos que se pudieran generar.	M	Supervisión en campo, y memoria fotográfica del retiro de material y recibos del relleno sanitario.
Capacitación de personal operativo y de supervisión en el manejo de residuos.	P	Temario de capacitación y memoria fotográfica de la capacitación.
Habilitar sitio de almacenamiento de combustibles en apego a la normatividad vigente, con señalamientos alusivos, equipo contra incendios y con la puerta y los contenedores debidamente rotulados.	M	Supervisión en campo, y memoria fotográfica de almacén, señalización y rotulaciones.

Al concluir la obra se deberá limpiar y retirar todo el material utilizado, este será dispuesto en los almacenes de las constructoras y en el caso de los residuos se dispondrán en el sitio de disposición final autorizado por la autoridad municipal.	M	Fotografías de las áreas del proyecto completamente limpias
--	---	---

Continúa cuadro VI.2 Componente Ambiental: Vegetación

Medida	Tipo de medida	Medida
Se somete a la SEMARNAT el ETJ para solicitar Cambio de uso del suelo.	P	Resolutivo de SEMARNAT en materia de cambio de uso del suelo.
Como medida de conservación se mantendrá y restaurará el total del área del proyecto (469.9 ha) a excepción del 22.2 ha (5%) que serán desplantadas para albergar las edificaciones útiles para la prestación de servicios turísticos que ofrecerá el proyecto Xibalbá.	P M	Supervisión en campo, fotografía de la remoción de la vegetación en el área solicitada para CUS. Memoria fotográfica de las áreas de conservación y de las tareas de restauración
Las actividades de desmonte y despalde se realizarán previo rescate de los ejemplares que lo permitan con énfasis en aquellas especies consideradas por la NOM 059 SEMARNAT 2010. Teniendo cuidado de no afectar las raíces de plantas que no queden incluidas en el área de afectación. En las actividades de desmonte y despalde se utilizarán técnicas de derribo direccional de árboles	P	Supervisión en campo de las labores de rescate de ejemplares NOM y aplicación del procedimiento de desmonte direccionado del arbolado. Instalación de un vivero ad oc. Presentar memoria fotografía del desmonte direccionado.
La vegetación producto del desmonte será triturada para emplearse como composta en las áreas donde se realicen actividades de reforestación.	M	Supervisión en campo, fotografías
Se ejecutará un programa de reforestación en las áreas de conservación, así como en las perturbadas para fomentar su recuperación.	C	Supervisión en campo, presentar un informe final del programa de reforestación, con fotografías y planos del área reforestada
Se señalizarán las áreas de desmonte para evitar la afectación de terrenos no autorizados	P	Supervisión en campo, fotografía de la señalización
No realizará quema alguna, ni se emplearán productos químicos en la eliminación de los residuos vegetales.	M	Supervisión en campo, fotografía del desmonte
Prohibir la extracción de la vegetación nativa del sitio, o partes de las mismas, para su aprovechamiento, venta o cualquier otro tipo de explotación.	M	Supervisión en campo y campañas de concientización

Continúa cuadro VI.2 Componente Ambiental Fauna Silvestre

Medida	Tipo de medida	Medida
Se prohíbe cualquier tipo de aprovechamiento o afectación de fauna silvestre.	M	Supervisión en campo. Campaña de educación alusiva
Evitar el sacrificio de fauna que quede expuesta durante los trabajos de preparación de sitio.	M	Supervisión en campo. Campaña de educación alusiva

Previo a la actividad de maquinaria pesada y durante su operación, se realizarán revisiones en el área a afectar, para ahuyentar a la fauna susceptible de afectación.	M	Supervisión en campo.
Se aplicará un programa de acciones para la protección de la fauna presente en el área de afectación o en sus colindancias inmediatas, durante las actividades del proyecto	M	Supervisión en campo de la aplicación del Programa de acciones para la vigilancia y protección de fauna. Memoria fotográfica de las actividades de rescate y reubicación de la fauna silvestre.
En las áreas de afectación, previo al desmonte, se revisará la presencia de nidos o madrigueras activas, para reubicar o ahuyentar a la fauna.	M	Supervisión en campo y memoria fotográfica de las actividades llevadas en campo.
Para evitar la afectación de la fauna en áreas distintas a las del CUS, se deberá delimitar las áreas de desmonte.	P	Supervisión en campo y memoria fotográfica de los señalamientos preventivos para evitar la afectación de la fauna.
Se mantendrá un alto porcentaje del terreno con vegetación sin alterar, lo que permitirá la conectividad del ecosistema y la dispersión de la fauna de la región.	M	Supervisión en campo de la delimitación del polígono que se solicita para CUS. Derribo direccional del arbolado para no afectar el área de conservación ecológica.
En las áreas de conservación se podrá reubicar a las especies que se capturen a través del programa de rescate y reubicación de la fauna silvestre. Los trabajos de desmonte y despalde se realizarán paulatinamente conforme al avance de la obra, para permitir la migración gradual de la fauna hacia sitios menos perturbados.	M	Supervisión en campo del Programa de rescate y reubicación de la fauna silvestre. Presentar la memoria fotográfica del rescate y reubicación de la fauna.

VI.2 Impactos residuales

Dada la naturaleza de las actividades a realizar, las dimensiones de las obras en relación a la superficie total del predio, la moderada magnitud e importancia que manifiestan, su temporalidad y extensión, estos resultan en impactos ambientales no significativos y no se considera que existan impactos residuales sobre el sistema ambiental que pudieran atribuírsele al proyecto, además de que todos los impactos detectados cuentan con medidas de prevención y mitigación, a la vez que se prevé la instrumentación de los correspondientes programas de restauración y monitoreo ambiental.

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES.

Un factor altamente favorable que considera el Proyecto Desarrollo Ecoturístico Xibalbá desde su fase de CUS hasta la propia de operación, es que se esboza como un desarrollo ecoturístico turístico de bajo impacto, por lo que se plantea dar lugar a medidas precautorias, monitoreadas y supervisadas, que prevenirán alteraciones que reclamen ser restauradas; previniendo disturbios innecesarios al medio, ahorros de energía, y económicos implícitos en tal restauración, poniendo en práctica la política y visión que gobierna al desarrollo en todas y cada una de sus etapas y que, ya hablando del escenario final, es decir su fase de operación, considera la mínima afectación de los aspectos ambientales, al igual que de los elementos escénicos naturales, para ofrecerlos a sus visitantes como la principal propuesta de valor del proyecto y a la vida silvestre local como hábitat renovado.

Del mismo modo, se propondrán programas de mantenimiento de infraestructura, equipo y materiales adecuados a fin de minimizar los efectos generados, para evitar la modificación del sistema, propiciando la conservación de una alta proporción de la vegetación nativa; eventos que mantendrán y mejorarán la composición florística de la vegetación, de tal manera que pueda representar un espacio ideal para que se resguarde la fauna silvestre.

Por lo que respecta a los impactos ambientales, no se generarán impactos de magnitud considerable, ya que estos se identificaron como puntuales, temporales y todos con medida de mitigación y/o restauración, por lo que el pronóstico ambiental es favorable ante la aplicación del proyecto descrito.

Por otro lado, los servicios ambientales, tales como los de provisión o regulación no se verán modificados. En tanto que los servicios de soporte se verán favorecidos por la conservación de hábitats para fauna silvestre y con los esfuerzos previstos en materia de restauración del total de la superficie que alberga al proyecto, no solo evitando modificar las cualidades cualitativas ni cuantitativas del germoplasma del sitio, sino rehabilitándolo y, con ello, favoreciendo la dinámica de la recarga y descarga del acuíferos.

Adicionalmente se implementarán mediadas de restauración, restituyendo la conectividad perdida desde antes entre los macizos forestales ahora aislados, contrarrestando los efectos de la fragmentación que ya sufren estas comunidades, y previniendo la pérdida de otros ejemplares que puedan ser rescatados. Como ha sido mencionado, el proyecto contempla entre sus acciones fundamentales un programa de restauración de la vegetación como parte del programa de jardinería con el objeto de la repoblación de áreas con especies nativas, propiciando mejores las condiciones para repoblamiento de la fauna, desarrollando acciones para favorecer la recuperación de la dinámica natural y la continuidad de los procesos naturales, principalmente los relacionados con el recurso suelo y la vegetación impactados durante la etapa del CUS.

VII.1 PRONÓSTICOS DEL ESCENARIO

Descripción y análisis del escenario sin proyecto

Considerando las tendencias actuales en materia de impulsos a la ganaderización del estado de Yucatán por parte de un sector del gobierno (SAGARPA, PROGAN), considerando que tales impulsos parecen sordos ante las voces de alarmas producidas de manera creciente a nivel mundial respecto a los cambios que las actividades pecuarias extensivas tradicionales (tal como se desarrollan en la

región objeto de análisis), están produciendo severos cambios en los regímenes climáticos de la región. Considerando que aun con tales apoyos, las comunidades rurales están lejos de llegar a obtener en un futuro cercano mejores niveles de producción que deriven en mejor calidad de vida, los escenarios más probables (de prevalecer estas líneas de acción, es decir sin la influencia del proyecto aquí planteado), sin duda contribuirán a conformar paisajes constituidos por un mosaico de acahuales o hubches de distintas edades y grados de perturbación, empobrecidos en cuanto a su diversidad vegetal y desiertos de las comunidades animales silvestres que distribuyen sus semillas, que polinizan y le dan vida, y de las que aun las poblaciones rurales se valen para obtener buena parte de la proteína animal que, curiosamente, y no obstante tan grandes alteraciones, no obtienen a partir de su rebaños o hatos ganaderos que se mantiene lejos de significar una actividad económica sostenida, ganadería que funciona apenas como una caja de ahorro útil para eventualmente para solventar necesidades apremiantes, valiéndose de la venta de una pieza o dos para enfrentar alguna enfermedad o acaso los gastos de alguna festividad de compromiso ineludible ante su comunidad.

Todo ello en tan precarias condiciones que ya sean ejidatarios o verdaderamente “pequeños propietarios” optan por vender sus parcelas ante la primera oferta, evidenciando el escenario económico que ellos mismos vislumbran en las condiciones actuales de la región.

Los predios Xibalbá 1, y Xibalbá 2 más claramente, son un claro ejemplo de entre los miles que cualquier persona puede observar en esta amplísima región (UGA 1.2I), sea recorriéndola por tierra o mejor aun valiéndose desde un satélite vía programa Google Earth. Un mar de terrenos afectados por estas tendencias, lo que se confirma al revisar que el segundo de ello, solo por encontrarse ligeramente más cerca de una carretera, presenta una prácticamente total transformación de sus montes en potreros de distintas edades y conformación. En tanto que Xibalbá 1 apenas contrasta con este, derivado de su relativa mayor lejanía, por lo que aun presenta buena proporción de sus terrenos forestados; única razón por la cual una iniciativa como la que ahora se presenta encuentra sustrato pues “todavía está a tiempo” de albergar un esfuerzo reconstructivo como el que representa el Desarrollo Ecoturístico aquí planteado; y esto no sin dejar de reconocer los ya fuertes efectos de la anárquica apropiación de los recursos de la que también ha sido escenario, ya que aun dentro de tales fragmentos de montes, las comunidades animales silvestres se observan francamente empobrecidas como quedó demostrado tras los muestreos realizados mediante el empleo de cámaras trampa que, no obstante haber permanecido activas por más de 60 días captaron apenas una decena de especies y en concentración por demás menores.

De tal suerte que Xibalbá 2 ya puede tomarse como ejemplo de lo que será Xibalbá 1 dentro de algunos años, una amplia extensión prácticamente del todo trasformada en un monocultivo vegetal (pastos introducidos de África o demás continentes) con la consecuente eliminación de toda la riqueza florística de la región, para cultivar a otra sola especie animal (también introducida desde lejanos tierras de África o la india), sacrificando en este caso prácticamente toda la rica comunidad de la fauna silvestre local y todo ello para mantener pobremente a un hato ganadero que en las condiciones actuales y de la manera en que se fomenta la ganadería tradicional no tiene viso alguno de constituirse en sustento suficiente para las familias que lo fomentan.

Descripción y análisis del escenario con proyecto

Derivadas del cambio de uso del suelo propuesto en aras del desarrollo ecoturístico aquí descrito, se contará con las condiciones para albergar un esfuerzo que identifica a un grupo de inversionistas que se ofrecen como responsables de brindar un giro importante a esos escenarios, atrayendo inversiones importantes capaces de generar varios cientos de empleos. Empresarios

preocupados no solo por conservar los recursos naturales existentes, sino fomentando su restauración, vigilando, mediante equipos y técnicas modernas, que los usos y aprovechamientos que ahí se desarrollen sean tales que acaten la normatividad vigente, además de generar un flujo de visitantes que a su vez activen la economía local. Un proyecto que ofrece captar la producción local y fomentar que esta se realice con mejores estándares para que a su vez respondan a los requerimientos de los visitantes que los consuman, y de devolver el arraigo a los pobladores de la región que de otro modo optan por migrar, abandonando sus costumbres y tradiciones por ir a buscar condiciones mejores de vida que en muchos caso tampoco encuentran.

De tal suerte que los impactos ambientales que han sido descritos, además de tener solo alcances locales, temporales, de moderada magnitud e importancia y mitigables, pueden dar pie a la ocurrencia de otros impactos, positivos en este caso, de mucho mayor duración y permanencia, de efectos acumulativos, generando numerosos empleos permanentes, con cobertura de servicios médicos y, entre otras cosas, ofreciendo un ejemplo de cómo pueden ser aprovechados estos paisajes y sus componentes silvestres, para favorecer una retroalimentación positiva, complementar la homeostasis y la resiliencia de estos sistemas, restituyéndoles el valor estético, económico y humanista que por sí solos poseen y que han caído en una vorágine de usos que prevén un futuro por demás incierto.

Por otra parte, dadas las dimensiones y características del proyecto, este desarrollo no solo no afectará negativamente a los servicios ambientales, los cuales a continuación se describen brevemente, sino que, ya en su etapa de operación, podría más bien fomentarlos al devolverle a estos predios la cobertura vegetal que le fue característica, con lo que se favorecerá la restauración de los hábitat de la fauna silvestre local, lo que en conjunto promoverá un mejor comportamiento de los ciclos del agua, la infiltración, los flujos hidrológicos subterráneos tan propios de la región y sus expresiones en cenotes y aguadas, así como los ciclos de los nutrientes, las funciones ecológicas de productores y consumidores primarios, participando aun en los fenómenos de mayor alcance, como la polinización de las selvas el mantenimiento de la humedad, la reconstrucción de microclimas, etc.

Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación

El mayor impacto que se visualiza derivado de ejercer el CUS solicitado se relaciona evidentemente con la pérdida de cobertura vegetal sobre las áreas involucradas en el desplante, sin embargo, aun este es proporcionalmente moderado frente a la amplitud del área que alberga al proyecto en su dos polígonos y más aún al considerar que solo una mínima porción de esta será permanente desplantada. Situación que adicionalmente se plantea mitigable mediante la aplicación de las medidas de mitigación previstas para atenuar la perturbación del ecosistema, y al considerar que, complementariamente serán instrumentadas sólidas y duraderas medidas de restauración que iniciaran paralelamente a las tareas de CUS descritas, restituyendo la conectividad perdida desde tiempo atrás entre los macizos forestales ahora aislados, contra restando los efectos de la fragmentación que ya sufren estas comunidades, y previniendo la pérdidas de otros ejemplares que puedan ser rescatados.

Como ha sido mencionado, el proyecto contempla entre sus acciones fundamentales la repoblación de áreas con especies vegetales nativas, mejorando las condiciones para repoblamiento espontáneo de la fauna, desarrollando acciones para favorecer la recuperación, la continuidad y la dinámica de los procesos naturales.

Servicios ambientales en los que contribuirá el proyecto desarrollo turístico Xibalbá en la región oriental del Estado de Yucatán.

Provisión.- Este servicio ambiental se refiere principalmente a los productos que se obtienen de los ecosistemas, tales como aprovechamientos forestales, presencia de vida silvestre con diversidad biológica, así como el abastecimiento de agua potable

Regulación.- Servicio ambiental referido a los beneficios obtenidos por los procesos de regulación de los ecosistemas como cortina rompe vientos, barrera contra huracanes, control de la erosión, control de inundaciones, mantenimiento térmico, secuestro de carbono, entre otros.

Servicios de soporte: Aquellos que son necesarios para la producción de los demás servicios de los ecosistemas, entre los cuales podemos mencionar la presencia de hábitats para fauna silvestre, la existencia de banco de germoplasma, la recarga y descarga de acuíferos, el control de microclima, la producción de oxígeno.

Atributos culturales: Estos atributos se refieren a los beneficios no materiales que la sociedad obtiene de los ecosistemas a través de experiencias espirituales, cognitivas, de desarrollo, de reflexión y recreación, así como estéticas. Entre esos atributos podemos mencionar el paisaje y recreación y el patrimonio histórico.

Conjunto de Servicios ambientales que el futuro que marcan las tendencias están lejos de ser preservados y que a través del proyecto Desarrollo Ecoturístico Xibalbá, tendrían la oportunidad de ser restituidos y fomentados a favor de los predios descritos, sus comunidades silvestres (vegetales y animales), así como a favor de las comunidades aledañas y, por qué no decirlo, también de las condiciones ambientales de la región y del estado.

VI.2. PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL:

Objetivo general

Constituir en una guía metodológica y sistematizada para garantizar la adopción y seguimiento a la aplicación de las medidas dirigidas a evitar o en su caso minimizar la afectación al medio, producto de la ejecución del proyecto aquí descrito, así como de aquellas otras medidas destinadas a restituir o compensar los impactos que resulten inevitables.

En este Programa de Manejo Ambiental se plantea el desarrollo de 7 componentes en los que se establecen 19 Programas y se propone de la siguiente manera:

I.- Componente de Supervisión ambiental:

- 1.- Programa de Cumplimiento de las medidas de mitigación.
Calendarización.
- 2.- Programa de Aplicación de las condicionantes de la autoridad y cumplimiento de las obligaciones ambientales.
Reportes a PROFEPA y SEDUMA.

II.- Componente de Manejo integral de la vegetación.

- 3.- Programa de Delimitación y mapeo de áreas de conservación.
Cartografía y sistema de información geográfica .
Bitácora de control y avances. Reportes mensuales.

4.- Programa de Control de especies exóticas y/o introducidas.

Sistema de información Geográfica.

Bitácora de control y reporte de avances.

5.- Programa de Restauración.

Bitácora de control y avances.

6.- Programa de Reforestación.

Bitácora de control y avances.

III.- Componente de Manejo integral de la fauna silvestre.

7.- Programa de Manejo y rescate.

Sub Componente de restauración.

Bitácora de control y avances.

8.- Programa de Control de fauna nociva.

Bitácora de control y avances.

IV.- Componente de Manejo de residuos.

9.- Programa de Manejo de residuos sólidos.

Bitácora de control y avances.

10.- Programa de Manejo de residuos líquidos.

Bitácora de control y avances.

11.- Programa de Manejo de residuos peligrosos.

Bitácora de control y avances.

V.- Componente de Monitoreo ambiental.

12.- Programa de Monitoreo de vegetación.

Sistema de Capacitación al personal.

Manual de monitoreo de la vegetación.

Bitácora de control y avances.

13.- Programa de Monitoreo de fauna.

Sistema de Capacitación al personal.

Manual de monitoreo de fauna.

Bitácora de control y avances.

14.- Programa de Monitoreo de la calidad del agua.

Sistema de Capacitación al personal.

Manual de monitoreo de la calidad del agua.

Bitácora de control y avances.

El programa de manejo ambiental se fundamente en 3 líneas estrategias: (1) prevención y (2) mitigación y (3) compensación.

LÍNEA ESTRATÉGICA: Supervisar la ejecución de las medidas de prevención de los impactos ambientales identificados en la etapa del CUS.

Etapa del proyecto: Preparación CUS y limpieza

Impacto al que va dirigido la acción	Descripción de la medida de prevención y mitigación	Duración o tiempo en el que se instrumentará	Recursos necesarios (\$): costo, equipos, obras, instrumentos, etc.	Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia
Componente Ambiental AGUA Modificaciones de flujos hidrológicos, Infiltración. Calidad del agua subterránea	1. Se mantendrán áreas de conservación con la vegetación nativa que permitan la infiltración y recarga del acuífero de la zona del proyecto.	Permanente	Costos incluidos como parte del sueldo del: Supervisor de obra: ½ tiempo \$ 15,000 mes, ½ tiempo del Vigilante \$ 6,000 mes Y del Supervisor externo Titular del Sistema de monitoreo ambiental ½ tiempo \$ 10,000 /mes	Supervisión en campo de la delimitación de las zonas de desmonte a través del cintas visibles aplicando procedimiento del derribo direccional Memoria fotográfica de las actividades de desmonte direccionado. Se garantiza en un 100 % que las áreas fuera del permanecerán con su cobertura original
	2. Habilitar sanitarios móviles (letrinas) distribuidos de tal manera que el personal tenga acceso a ellos en cualquiera de las áreas en las que se encuentre laborando, dispositivos a los cuales se les brindará mantenimiento preventivo periódico, de parte de la empresa contratada.	5 años o mientras dure la fase de Cambio de uso del suelo	Renta de letrinas \$ 5,000 /mes Costos incluidos como parte del sueldo del: Supervisor de obra: ½ tiempo \$ 15,000 mes, ½ tiempo del Vigilante \$ 6,000 mes Y del Supervisor externo Titular del Sistema de monitoreo ambiental ½ tiempo \$ 10,000 /mes	Facturas de renta, memoria fotográfica y supervisión en campo. Se estima que este posible impacto sea minimizado hasta en un 95 % no dejando de considerar alguna falla eventual de parte de algún trabajador
	3. Quedará prohibido depositar cualquier tipo de residuo peligroso en sitios cercanos a cuerpos de agua	5 años o mientras dure la fase de Cambio de uso del suelo	Costos incluidos como parte del sueldo del: Supervisor de obra: ½ tiempo \$ 15,000 mes, ½ tiempo del Vigilante \$ 6,000 mes Y del Supervisor externo Titular del Sistema de monitoreo ambiental ½ tiempo \$ 10,000 /mes	Supervisión en campo de la aplicación del procedimiento de manejo de residuos peligrosos. Memoria fotográfica. Se estima que este posible impacto sea minimizado hasta en un 100 %
	4. El equipo, vehículos y maquinaria utilizados deberán contar con mantenimiento preventivo a cargo de la compañía arrendadora para garantizar	5 años o mientras dure la fase de Cambio de uso del suelo	Costos incluidos como parte del sueldo del: Supervisor de obra: ½ tiempo \$ 15,000 mes, ½ tiempo del Vigilante \$ 6,000 mes Y del Supervisor externo	Facturas de arrendadora Llevar a cabo el procedimiento de supervisión ambiental.

Componente Ambiental	operación dentro de parámetros establecidos por la normatividad vigente		Titular del Sistema de monitoreo ambiental ½ tiempo \$ 10,000 /mes	Se estima 100 % en el cumplimiento.
AIRE.				
Calidad del aire	5. Los camiones que transporten material pétreo en el área del proyecto, deberán circular a baja velocidad y contar con lonas que eviten la dispersión de polvos, o bien humedecer el material para el traslado.	5 años o mientras dure la fase de Cambio de uso del suelo	Costos incluidos como parte del sueldo del: Supervisor de obra: ½ tiempo \$ 15,000 mes, ½ tiempo del Vigilante \$ 6,000 mes Y del Supervisor externo Titular del Sistema de monitoreo ambiental ½ tiempo \$ 10,000 /mes Bomba extracción de agua y lonas \$ 5,000 x año	Notificación-Circular. Supervisión en campo, Memoria fotográfica de uso del material y equipo necesario. Se estima que este posible impacto sea minimizado hasta en un 95 % no dejando de considerar alguna falla eventual de parte de algún trabajador.
Emisiones de gases	6. Los vehículos y maquinaria utilizados deberán contar con el registro de mantenimiento preventivo en la bitácora correspondiente	5 años o mientras dure la fase de Cambio de uso del suelo	Costos incluidos como parte del sueldo del: Supervisor de obra: ½ tiempo \$ 15,000 mes, ½ tiempo del Vigilante \$ 6,000 mes Y del Supervisor externo Titular del Sistema de monitoreo ambiental ½ tiempo \$ 10,000 /mes	Bitácora de mantenimiento por vehículo. Se estima 100 % en el cumplimiento.
Emisiones de ruido	7. Los equipos y maquinarias deberán contar con sistemas de silenciadores para disminuir las emisiones de ruidos. Los trabajadores y operadores que estén expuestos al ruido producido por la maquinaria, deberán utilizar tapones auditivos.	5 años o mientras dure la fase de Cambio de uso del suelo	Costos incluidos como parte del sueldo del: Supervisor de obra: ½ tiempo \$ 15,000 mes, ½ tiempo del Vigilante \$ 6,000 mes Y del Supervisor externo Titular del Sistema de monitoreo ambiental ½ tiempo \$ 10,000 /mes	Supervisión en campo, fotografías de uso del equipo. Se estima 100 % en el cumplimiento.
	8. En las áreas de trabajo se ubicarán botes de recepción y separación de residuos sólidos rotulados y con tapa para evitar la proliferación de vectores indeseables. No se permitirá la disposición de residuos en el piso descubierto.	5 años o mientras dure la fase de Cambio de uso del suelo	Costos incluidos como parte del sueldo del: Supervisor de obra: ½ tiempo \$ 15,000 mes, ½ tiempo del Vigilante \$ 6,000 mes Y del Supervisor externo Titular del Sistema de monitoreo ambiental ½ tiempo \$ 10,000 /mes \$ 5,000 costo de los botes	Supervisión en campo de la aplicación del Procedimiento de manejo de residuos sólidos. Memoria fotográfica de la rotulación de los recipientes y ubicación de los mismos. Se estima 100 % en el cumplimiento.

Componente Ambiental Suelo Calidad del suelo	9. Habilitar sitio de almacenamiento de combustibles en apego a la normatividad vigente, con señalamientos alusivos, equipo contra incendios y con la puerta y los contenedores debidamente rotulados.	5 años o mientras dure la fase de Cambio de uso del suelo	Costos construcción almacén y tambos rotulados \$ 60,000 Costos incluidos como parte del sueldo del: ½ tiempo Supervisor de obra: \$ 15,000 mes, Y del Supervisor externo Titular del Sistema de monitoreo ambiental ½ tiempo \$ 10,000 /mes	Supervisión en campo, y memoria fotografía de almacén, señalización y rotulaciones. Se estima 100 % en el cumplimiento.
	10. Quedará prohibido depositar cualquier tipo de residuo peligroso en suelo natural,	5 años o mientras dure la fase de Cambio de uso del suelo	Costos incluidos como parte del sueldo del: Supervisor de obra: ½ tiempo \$ 15,000 mes, ½ tiempo del Vigilante \$ 6,000 mes Y del Supervisor externo Titular del Sistema de monitoreo ambiental ½ tiempo \$ 10,000 /mes	Supervisión en campo de la aplicación del procedimiento de manejo de residuos peligrosos. Se estima 100 % en el cumplimiento.
Componente Ambiental Vegetación	11. No realizará quema alguna, ni se emplearán productos químicos en la eliminación de los residuos vegetales.	5 años o mientras dure la fase de Cambio de uso del suelo	Costos diferidos como parte del sueldo del: Supervisor de obra: ½ tiempo \$ 15,000 mes, ½ tiempo del Vigilante \$ 6,000 mes Y del Supervisor externo Titular del Sistema de monitoreo ambiental ½ tiempo \$ 10,000 /mes Uso de máquina trituradora Costos del operador \$ 6,000 /mes y combustible \$ 4,000 /mes	Supervisión en campo, fotografía del desmonte direccionado del arbolado, Verificación de actividad de triturado de material maderable como medida de prevención de incendios y formación de suelos. Se estima 100 % en el cumplimiento.
	12. Prohibir la extracción de la vegetación nativa del sitio, o partes de las mismas, para su aprovechamiento, venta o cualquier otro tipo de explotación.	5 años o mientras dure la fase de Cambio de uso del suelo	Costos diferidos como parte del sueldo del: Supervisor de obra: ½ tiempo \$ 15,000 mes, ½ tiempo del Vigilante \$ 6,000 mes Y del Supervisor externo Titular del Sistema de monitoreo ambiental ½ tiempo \$ 10,000 /mes	Supervisión en campo Se estima 100 % en el cumplimiento.
Componente Ambiental Fauna	13. Se prohíbe cualquier tipo de aprovechamiento o afectación de fauna silvestre.	5 años o mientras dure la fase de Cambio de uso del suelo	Costos diferidos como parte del sueldo del: Supervisor de obra: ½ tiempo \$ 15,000 mes, ½ tiempo del Vigilante \$ 6,000 mes Y del Supervisor externo Titular del Sistema de monitoreo ambiental ½ tiempo \$ 10,000 /mes	Supervisión en campo. Campaña de educación alusiva. Se estima 100 % en el cumplimiento.
	14. Previo a la actividad de maquinaria	5 años o mientras dure	Costos diferidos como parte del sueldo del:	Supervisión en campo.

Silvestre	pesada y durante su operación, se realizarán revisiones en el área a afectar, para ahuyentar a la fauna susceptible de afectación.	la fase de Cambio de uso del suelo	Supervisor de obra: ½ tiempo \$ 15,000 mes, ½ tiempo del Vigilante \$ 6,000 mes Y del Supervisor externo Titular del Sistema de monitoreo ambiental ½ tiempo \$ 10,000 /mes	Memoria fotográfica. Se estima 100 % en el cumplimiento.
	15. Se aplicará un programa de acciones para la protección de la fauna presente en el área de afectación o en sus colindancias inmediatas	5 años o mientras dure la fase de Cambio de uso del suelo	Costos diferidos como parte del sueldo del: Supervisor de obra: ½ tiempo \$ 15,000 mes, ½ tiempo del Vigilante \$ 6,000 mes Y del Supervisor externo Titular del Sistema de monitoreo ambiental ½ tiempo \$ 10,000 /mes	Supervisión en campo de la aplicación del Programa de acciones para la vigilancia y protección de fauna. Memoria fotográfica de las actividades de rescate y reubicación de la fauna silvestre. Se estima 90 % en el cumplimiento por posibles intromisiones en áreas limítrofes.
	16. Para evitar la afectación de la fauna en áreas distintas a las del CUS, se deberá delimitar las áreas de desmonte.	5 años o mientras dure la fase de Cambio de uso del suelo	Costos diferidos como parte del sueldo del: Supervisor de obra: ½ tiempo \$ 15,000 mes, ½ tiempo del Vigilante \$ 6,000 mes Y del Supervisor externo Titular del Sistema de monitoreo ambiental ½ tiempo \$ 10,000 /mes	Supervisión en campo y memoria fotográfica de los señalamientos preventivos para evitar la afectación de la fauna. Se estima 100 % en el cumplimiento.

LÍNEA ESTRATÉGICA: Supervisar la ejecución de las medidas de mitigación de los impactos ambientales identificados en la etapa del CUS.

Etapa del proyecto: Preparación CUS y limpieza

Impacto al que va dirigido la acción	Descripción de la medida de mitigación y mitigación	Duración o tiempo en el que se instrumentará	Recursos necesarios (\$): costo, equipos, obras, instrumentos, etc.	Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia
Calidad del agua	17. Las aguas residuales generadas por las letrinas móviles serán dispuestas por la empresa prestadora del servicio, en un sitio autorizado por la autoridad correspondiente	5 años o mientras dure la fase de Cambio de uso del suelo	Costos derivados de la contratación de empresa especializada \$ 5,000 mes Costos diferidos como parte del sueldo del: Supervisor de obra: ½ tiempo \$ 15,000 mes, ½ tiempo del Vigilante \$ 6,000 mes Y del Supervisor externo Titular del Sistema de monitoreo ambiental ½ tiempo	Facturas de renta, supervisión y fotografías del retiro de las aguas residuales. Se estima cumplimiento en 100%

			tiempo \$ 10,000 /mes	
Calidad del suelo	18. Los contenedores de residuos sólidos, se deberán retirar periódicamente para ser enviados a sitios autorizados (relleno sanitario) para su disposición final.	5 años o mientras dure la fase de Cambio de uso del suelo	Costos diferidos como parte del sueldo del: Supervisor de obra: ½ tiempo \$ 15,000 mes, ½ tiempo del Vigilante \$ 6,000 mes Y del Supervisor externo Titular del Sistema de monitoreo ambiental ½ tiempo \$ 10,000 /mes	Supervisión en campo, memoria fotográfica del retiro de los recipientes y recibos del relleno sanitario. Se estima cumplimiento en 100%
	19. Limpieza, recolección y disposición adecuada y periódica de los residuos sólidos existentes en el área de influencia del proyecto.	5 años o mientras dure la fase de Cambio de uso del suelo	Costos diferidos como parte del sueldo del: Supervisor de obra: ½ tiempo \$ 15,000 mes, ½ tiempo del Vigilante \$ 6,000 mes Y del Supervisor externo Titular del Sistema de monitoreo ambiental ½ tiempo \$ 10,000 /mes	Supervisión en campo y memoria fotográfica del mantenimiento aplicado. Recibos del ingreso de los residuos a disposición final. Se estima cumplimiento en 100%
Componente vegetación	20. Se mantendrá más del 60 % del terreno con vegetación sin alterar, lo que permitirá la conectividad del ecosistema y la dispersión de la fauna de la región.	5 años o mientras dure la fase de Cambio de uso del suelo	Costos diferidos como parte del sueldo del: Supervisor de obra: ½ tiempo \$ 15,000 mes, ½ tiempo del Vigilante \$ 6,000 mes Y del Supervisor externo Titular del Sistema de monitoreo ambiental ½ tiempo \$ 10,000 /mes	Supervisión en campo de la delimitación del polígono que se solicita para CUS. Memoria fotográfica de las áreas de conservación y de las tareas de restauración Derribo direccional del arbolado para no afectar el área de conservación ecológica. Se estima cumplimiento en 100%
	21. Capacitación de personal operativo y de supervisión en el manejo de residuos.	5 años o mientras dure la fase de Cambio de uso del suelo	Costos diferidos como parte del sueldo Supervisor externo Titular del Sistema de monitoreo ambiental ½ tiempo \$ 10,000 /mes	Temario de capacitación y memoria fotográfica de la capacitación. Se estima cumplimiento en 100%
Componente fauna	22. Los trabajos de desmonte y despalle se	5 años o mientras dure la fase de	Costos diferidos como parte del sueldo del:	Presentar la memoria

silvestre	realizarán paulatinamente conforme al avance de la obra, para permitir los movimiento graduales de la fauna hacia sitios menos perturbados dentro del predio	Cambio de uso del suelo	Supervisor de obra: ½ tiempo \$ 15,000 mes, ½ tiempo del Vigilante \$ 6,000 mes Y del Supervisor externo Titular del Sistema de monitoreo ambiental ½ tiempo \$ 10,000 /mes	fotográfica del proceso y en su caso del rescate y reubicación de la fauna. Se estima cumplimiento en 90%
	23. En las áreas de conservación se podrá reubicar a las especies que se capturen a través del programa de rescate y reubicación de la fauna silvestre.	5 años o mientras dure la fase de Cambio de uso del suelo	Costos diferidos como parte del sueldo del: Supervisor externo Titular del Sistema de monitoreo ambiental ½ tiempo \$ 10,000 /mes	Supervisión en campo del Programa de rescate y reubicación de la fauna silvestre. Memoria fotográfica Se estima cumplimiento en 90%
	24. Las actividades de desmonte y despalle se realizaran previo rescate de los ejemplares que lo permitan con énfasis en aquellas especies consideradas por la NOM 059 SEMARNAT 2010...	5 años o mientras dure la fase de Cambio de uso del suelo	Costos diferidos como parte del sueldo del: Supervisor de obra: ½ tiempo \$ 15,000 mes, ½ tiempo del Vigilante \$ 6,000 mes Y del Supervisor externo Titular del Sistema de monitoreo ambiental ½ tiempo \$ 10,000 /mes	Supervisión en campo de las labores de rescate de ejemplares NOM y aplicación del procedimiento de desmonte direccionado del arbolado. Instalación de un vivero ad oc. Presentar memoria fotografía del desmonte direccionado. Se estima cumplimiento en 90%
	25. La vegetación producto del desmonte será triturada para emplearse como composta en las áreas donde se realicen actividades de reforestación.	5 años o mientras dure la fase de Cambio de uso del suelo	Costos diferidos como parte del sueldo del: Supervisor de obra: ½ tiempo \$ 15,000 mes, ½ tiempo del Vigilante \$ 6,000 mes Y del Supervisor externo Titular del Sistema de monitoreo ambiental ½ tiempo \$ 10,000 /mes Uso de máquina trituradora Costos del operador \$ 6,000 /mes y combustible \$ 4,000 /mes	Supervisión en campo, fotografías Se estima cumplimiento en 100%

LÍNEA ESTRATÉGICA: Supervisar la ejecución de las medidas de restauración y compensación de los impactos ambientales identificados en la etapa del CUS.

Etapas del proyecto: Preparación CUS y limpieza

Impacto al que va dirigido la acción	Descripción de la medida de restauración y compensación	Duración o tiempo en el que se instrumentará	Recursos necesarios (\$): costo, equipos, obras, instrumentos, etc.	Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia
	26. Al concluir la obra se deberá limpiar y retirar todo el material utilizado, este será dispuesto en los almacenes sitios previamente impactados	5 años o mientras dure la fase de Cambio de uso del suelo	Costos diferidos como parte del sueldo del Supervisor externo Titular del Sistema de monitoreo ambiental 1/2 tiempo \$ 10,000 /mes	Fotografías de las áreas del proyecto completamente limpias

Costo de la instrumentación de las medidas de prevención, mitigación y restauración por año durante el periodo asignado para el Cambio de Uso del suelo.

Concepto	Costo por mes	Costo total
Supervisor interno de la obra (1/2 de tiempo dedicado a este proceso)	15,000	60,000
Vigilante (1/2 de tiempo dedicado a este proceso)	6,000	36,000
Supervisor externo Titular del Sistema de monitoreo ambiental	15,000	180,000
Renta de letrinas y servicio de mantenimiento y manejo de residuos sanitarios	1,000	12,000
Bomba de agua + lonas	2,000	2,000
Botes de basura rotulados	2,000	2,000
Operador trituradora	3,000	36,000
Combustibles	2,000	24,000
vivero	12,000	12,000
Plantas autóctonas	5,000	5,000
Jardinero	3,000	36,000
Total	66,000	405,000

VII. 3 PROGRAMA DE MONITOREO

En cuanto a la reincorporación de fauna, no se considera pertinente realizar introducción alguna de especies animales por distintas consideraciones, que van desde dudas sobre el origen legal de cualquiera de estos, posibles complicaciones relacionadas con las necesarias cuarentenas, y la problemática implícita en introducir ejemplar pertenecientes a subespecies distintas a las propias de la región. En relación a este tema se considera siempre una mejor opción el esperar que el restablecimiento de la vegetación y los corredores derivados de ello propicien espontáneamente que la fauna que se ubique en las zonas aledañas, se traslade por sus propios medios a las zonas reforestadas conforme se restablezca y mejore la estructura de la vegetación reforestada y los microclimas propicios para su supervivencia.

Por otra parte si se prevé la instrumentación de una sistema formal de monitoreo que tome como base cero las condiciones en que fueron encontradas las poblaciones, particularmente de mamíferos cursoriales, descritas tras los muestreos con cámaras trampa, para con ello poder

describir el comportamiento demográfico de las poblaciones de las especies descritas y así poder ilustrar los beneficios que en este sentido se espera traiga consigo la consolidación del Desarrollo Ecoturístico Xibalbá.

VII.3.1 Fauna terrestre

En el supuesto de que el grupo de los mamíferos cursoriales resulta ser un perfecto indicador de las condiciones generales de cualquier sistema ambiental, y en el supuesto de que las metodologías descritas para monitorear a los grandes carnívoros han tenido una rápida evolución, refinamiento y estandarización en años recientes, con el impulso que a nivel nacional ha tenido el programa del denominado CENJAGUAR; metodología que en este caso cobra gran relevancia dado que han resultado de gran utilidad también para conocer la distribución y abundancia de sus poblaciones presa, que son las que se ubican dentro de nuestra área de interés y que son prácticamente todos los que integran la pirámide alimenticia en cuya cúspide se encuentran tales carnívoros.

Metodología

a) Estudio prospectivo.

Para lograr un impacto a nivel regional se requiere contar con un diseño metodológico para el monitoreo de las poblaciones de mamíferos, que en el presente caso se tomaran como el principal indicador) que permita generar información sistemática, estándar y útil con la cual se pueda no sólo conocer el estado de las poblaciones objeto de estudio, sus relaciones con las actividades humanas y el paisaje en el que se desarrollan, sino también que represente información valiosa y robusta para la toma de decisiones para la planificación, la conservación y el manejo del paisaje circundante al predio objeto de estudio, desde un punto de vista multidisciplinario (Travaini et.al, 2003).

El concepto de “Línea de Base” se refiere a un estudio que permite determinar el estado “cero” de las poblaciones bajo estudio a partir de un tiempo o fecha determinada. Estos estudios constituyen un punto de referencia con el cual comparar y así poder detectar cambios a lo largo del tiempo; por lo consiguiente, el programa de monitoreo debe diseñarse de manera que asegure que los datos obtenidos tengan una confiabilidad de al menos un 80% en los resultados de las tendencias de la población, pero que evite la acumulación de datos innecesarios (Pacheco et.al, 2004).

b) Trabajo de gabinete.

Para poder realizar el monitoreo, el área de muestreo será dividida en cuadrículas siguiendo el diseño de muestreo propuesto por Chávez y colaboradores (2013), la explicación de esto será abordado en el apartado correspondiente. En cada gran área de muestreo se realizara un estudio prospectivo (3) con el objetivo de ubicar zonas y/o sitios adecuados para la colocación de las cámaras trampa.

Previo a las visitas de campo se realizara un trabajo de gabinete para ubicar áreas forestadas dentro del predio y en sus áreas aledañas. Para poder realizar lo expuesto nos auxiliaremos con fotografías satelitales y capas vectoriales del INEGI. Esta información será manejada y procesada para generar un mapa de muestreo que contenga una propuesta de diseño del mismo, esto con ayuda del programa ArcGis 10.1 (ESRI, 2010).

Hacemos notar la importancia de la realización de esta fase del trabajo, ya que de esta manera nos aseguramos de obtener datos confiables para poder ilustrar y comparar los posibles cambios de la

abundancia y/o dinámicas poblacionales de los mamíferos medianos y grandes entre las áreas de muestreo y durante los años que abarque el posterior sistema de monitoreo.

c) Trabajo de campo.

El trabajo de campo tendrá una duración de siete días. Tomando como base la cuadrícula final de muestreo, recorreremos a pie caminos, brechas y veredas en busca de sitios que presenten alta probabilidad de fotografiar animales; para esto nos basaremos en los indicios o rastros dejados por los mismos en sus actividades diarias (huellas, excretas, restos de comida, etc.). Se tomarán fotografías a cada rastro y la identificación de los mismos se realizará *in situ* con el apoyo de claves como por ejemplo Aranda (2012) y Alcérreca y colaboradores (2009). En esta actividad también contaremos con la ayuda de un Geo-Posicionador Global (GPS) que nos permitirá obtener la ruta seguida durante del recorrido (track), los puntos de los rastros observados y finalmente los sitios probables para colocar las cámaras.

Toda la información almacenada en el GPS será descargada y finalmente desplegada sobre los mapas con ayuda del programa ArcGis 10.1 (ESRI, 2010); esto para ya obtener un mapa del diseño final del muestreo.

d) Foto-trampeo.

Por las dimensiones del terreno se estima que el esfuerzo de muestreo que a continuación se describe se estará en perfectas condiciones de obtener información verás en tanto que el método adoptado para estos efectos establece la forma de nuestros de unidades territoriales del orden de 81 km² (9 cuadros), territorio que cubre aun los desplazamiento que cubren los grandes carnívoros y que por tanto cubren los desplazamientos de cualquier otra de las especies menores que habitan la región, aun aquellos ejemplares de pesos iguales o mayores a los 7 kg (Chávez et.al., 2013), con lo que se abarca a una amplia sección de las especies más conspicuas de entre las que habitan esta región.

Por las dimensiones del terreno considerado (800 ha, al incluyendo una porción a los alrededores de los 2 polígonos multicitados que suman 469.9 ha), se platea un muestreo simultaneo, que se cubrirá holgadamente con la utilización de 21 cámaras trampa, las cuales estarán activas por un por espacio de un año (2 meses). En cada celda de 3x3 km² se instalarán cuatro estaciones, de las cuales una podrá ser doble, esto para poder realizar conteos de especies de mamíferos mayores como pudiera llegar a ser algún jaguar que transite en la zona, que de esa forma podía ser identificado de manera individual por medio de sus manchas.

Con estación doble nos referimos a dos cámaras que se encuentran en posición encontrada y están separadas a 10 metros una de otra, este arreglo es para poder fotografiar los dos flancos de aquellos animales que puedan ser identificados en lo individual por las características de su pelaje manchas, cicatrices, etc.; y por lo contrario, una estación sencilla es una sola cámara. La distancia entre las estaciones será entre 1 y 3 km (Chávez et al., 2013).

La detección de los animales con las cámaras trampa, consiste en que al pasar un animal por el campo de detección de éstas, su movimiento y temperatura es detectada por un sensor que activa la cámara y en su caso al flash, en el momento de la fotografía. Para detectar la mayor actividad posible de los animales, las cámaras serán programadas para tomar fotografías durante las 24 horas del día, con un intervalo de un minuto por serie de fotos (cada serie de tres fotografías). En cada fotografía se registra la fecha y hora en que es tomada. A cada memoria extraíble se le

asignará una clave con el fin de evitar errores al momento de manejar las fotografías. Las cámaras trampa, serán revisadas cada mes para verificar que estén funcionando correctamente, hacer cambio de baterías (si fuera necesario) y descargar las fotografías. En caso de que alguna cámara no funcione correctamente o en caso de que sea removida del sitio y será remplazada por otra.

Las fotografías recuperadas de todas las especies serán capturadas, junto con la información anexa (fecha y hora) en el programa Camera Base (Tobler, 2010), el cual reunirá y ordenará sistemáticamente la información, de manera que permitirá llevar a cabo los cálculos de la abundancia relativa de manera más ágil. El listado será arreglado de acuerdo a la nomenclatura taxonómica empleada por Ceballos y Oliva (2005).

e) Análisis de la información.

La estimación de la abundancia de las especies registradas, tanto para los grandes carnívoros como del sequito de especies medianas y menores que les acompañan será desarrollada de la manera propuesta por Sosa-Escalante (1997):

$$AREM = NREM / ((NR / DPTE))$$

Dónde: *AREM* = Abundancia relativa de registros de cada especie por mes de muestreo; *NREM* = Número de registros mediante fotografía por especie en cada mes; *NR/DPTE* = Número total de registros mediante fotografía por especie por unidad de esfuerzo (días/cámara).

$$ARTEE = \sum AREM$$

Dónde: *ARTEE* = Valor de la abundancia relativa total por especie durante el periodo de estudio; $\sum AREM$ = La sumatoria de todos los valores de la abundancia relativa de cada especie por mes.

Hay especies que generalmente no pueden ser identificadas de manera individual como los venados y los pecaríes debido a que no presentan patrones de manchas. Por tal motivo será tomado el siguiente criterio: a) fotografías consecutivas de diferentes individuos, b) fotografías consecutivas de la misma especie separadas por 24 horas (Medellín et al. 2006; Lira-Torres y Briones-Salas 2011, Monroy-Vilchis et al., 2011).

Para establecer si el muestreo por medio de trampas cámara en esta área de muestreo fue suficiente para obtener un estimador representativo del número total de mamíferos terrestres medianos y mayores “foto-capturables” se llevara a cabo una curva de acumulación de especies en base al esfuerzo, esto con ayuda del programa Estimate S 7.2. Para estas estimaciones utilizaremos un estimador paramétrico, el modelo de Clench (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003). El modelo se basará en los datos de la frecuencia de eventos de foto-capturas de cada especie durante el muestreo.

f) Análisis de la distribución espacial de las especies.

La frecuencia de captura es un índice que describe de manera incompleta la abundancia relativa de especies debido a una variedad de factores como las diferencias en el comportamiento de cada especie, tamaño de la especie, ámbito hogareño, o simplemente una variación estocástica como puede verse en las grandes diferencias en las frecuencias de captura entre las especies; por tal motivo se aconseja el empleo de otros métodos de análisis que nos ayuden a tener soporte sobre los datos obtenidos por medio de los índices de abundancia relativa (Tobler et al. 2008).

Un método alternativo es la estimación de la abundancia relativa espacial, más que estrictamente numérica (O'Connell et.al, 2011). Los datos de frecuencia de captura de todas las especies y la ubicación espacial de las cámaras, serán insumos para realizar un modelo de ocupación que tendrá como objetivo evaluar la abundancia relativa y la selección del hábitat en las áreas de muestreo.

Para poder llevar a cabo este análisis se construirá un historial de captura semanal para cada especie en Excel. A la ubicación geográfica de cada cámara (con el tipo de vegetación asociada) se le concederá un valor de 1 si en alguna semana dentro de las consideradas fue capturada, es decir, hubo por lo menos una foto de la especie en cuestión y 0 si sucede lo contrario. Posteriormente, esta información será analizada con el programa PRESENCE 5.5, el cual usa este historial de captura-recaptura para calcular el porcentaje de ocurrencia de cada una de las especies en cada una de las áreas de muestreo. Esta información se puede entonces considerar como un acercamiento al uso que se hace de los hábitats presentes y a la abundancia de cada especie teniendo en cuenta la probabilidad de detección (MacKenzie et al. 2005).

g) Patrones de actividad.

Al utilizar cámaras para analizar los periodos diarios de actividad se obtiene un tamaño de muestra significativamente mayor al obtenido por los métodos tradicionales. Esto resulta en la obtención de información a nivel de la población presente en el sitio de estudio y con ello un mejor acercamiento a la realidad local (Bridges et al. 2004).

El patrón de actividad serán determinados para aquellas especies de las que obtengan al menos 11 registros fotográficos independientes con la hora visible, (Maffei et al. 2002, Monroy-Vilchis et al. 2009).

Los registros obtenidos se ordenarán por intervalos de dos horas. Los patrones de actividad serán agrupados en tres unidades: a) diurnos, cuando en las fotografías se observaba luz solar; b) nocturnos cuando no había luz solar, y c) crepusculares, cuando se obtuvieron al amanecer (06:00-08:00hr) o al atardecer (18:00-20:00hr) (Monroy-Vilchis et al., 2011).

h) Comparación estadística de los datos del monitoreo.

Los datos de la abundancia para cada especie serán agrupados en cuatro trimestres para cada sitio. Esta información para cada sitio será comparada mediante análisis de varianza no paramétricos (prueba de Kruskal-Wallis), y las diferencias entre secas y lluvias serán evaluadas por medio de la prueba U Mann-Whitney (Siegel, 1991; Triola, 2004). Estadísticos ser calculados con ayuda del programa IBM- SPSS para Windows.

VII.3.2 Fauna acuática y calidad del agua

A partir de la información establecida como línea base en materia de Fauna acuática y Calidad del agua aportada en el capítulo IV, el sistema de monitoreo aquí propuesto busca, utilizando la misma metodología descrita tanto en materia de calidad del agua como de muestreos de bentos y fauna acuática, dar continuidad a este proceso, posibilitándose establecer comparaciones entre el estado inicial y la evolución que en su caso presenten los parámetros analizados (físico químicos, presencia ausencia, diversidad de especies cavernícolas, etc.) según avancen las fases de construcción y operación del proyecto. Fases como la de construcción y operación que, si bien salen del alcance del presente manifiesto, mencionamos pues resulta pertinente evidenciar el ánimo que motiva al desarrollador en cuanto a mantener al proyecto, en todo momento, dentro

de los márgenes de la normatividad vigente y, más allá, responder al compromiso de generar información útil para el manejo del sistema ambiental tanto al seno de los límites físicos del predio, como en área que presente condiciones similares en sus áreas de influencia, además de enriquecer esta información al posibilitar establecer comparaciones sistemáticas entre los parámetros encontrados en los cenotes muestreados que se prevé sean puestos a disposición del flujo de visitantes y aquellos otros que permanecerán lejos de cualquier contacto con el fenómeno de visitación que será materia a su vez de la correspondiente Manifestación de Impacto Ambiental.

Medidas socioeconómicas.

En este tema será atendido de diversas maneras: en primera instancia procurando hacer las contrataciones del personal de la obra recurriendo a pobladores de la región, en segunda instancia, velando por que estos obtengan y disfruten de todas las prerrogativas que la ley otorga en materia de seguridad social y atención a emergencias de trabajo, facilitando el transporte desde sus lugares de origen hacia el centro de trabajo y de regreso.

Acciones de supervisión ambiental

Acciones que han sido profusamente mencionadas en la matriz de estrategias que precede a este sub inciso

Evaluación de desempeño ambiental.

Acciones que han sido profusamente mencionadas en la matriz de estrategias que precede a este sub inciso

Seguimiento y control

Esta estrategia deberá comprobar el cumplimiento de las medidas y proponer otras nuevas de mitigación o control, en caso de que las previstas resulten insuficientes o inadecuadas. Igualmente, se deberán detectar los impactos no previstos en el estudio y adoptar medidas de mitigación pertinentes. Con ello, se retroalimentará el programa de vigilancia ambiental y éste se ajustará con una nueva matriz de planeación. Para hacer más eficiente el seguimiento y control, el promotor deberá auxiliarse del empleo de indicadores, tanto para los impactos, como para sus medidas de mitigación, compensación o restauración.

VII.3 CONCLUSIONES.

Debemos reconocer que a todo lo largo y ancho del territorio nacional hay ejemplos deleznable de desarrollos económicos que han traído consigo serios y duraderos trastornos al medio ambiente que alertan a la ciudadanía y a las autoridades correspondientes a desplegar toda una serie de medidas precautorias para vigilar que otros nuevos desarrollos se conduzcan de manera afín a la normatividad vigente y a favor de preservar los recursos naturales evitando afectar los derechos a un ambiente sano de las presentes y las futuras generaciones. De manera contrastante a esta realidad, el presente Desarrollo Ecoturístico Xibalbá, estamos ciertos por todo lo antes expresado, que bien podrá sumarse a aquellos otros ejemplos que demuestren y sirven de ejemplo respecto a que el uso sustentable de los recursos naturales es una realidad operativa, redituable y conveniente para afrontar las crecientes necesidades de mejoras en la calidad de vida de las

poblaciones rurales, la captación de divisas, y capaz de dar sustrato a la tradición de buenos anfitriones que, ante los visitantes nacionales y extranjeros, tiene nuestro estado y nuestro país.

Como resulta evidente, la sola propuesta de ejercer nuevos cambios de uso del suelo, representa inevitablemente en nuevas presiones e impactos negativos sobre la flora, fauna y demás recursos existentes. Lo que nos ocupa es el análisis del significado, magnitud e importancia que estos impactos pueden tener respecto a los escenarios que podrían ser visualizar, de continuar las tendencias actuales, es decir si acaso el proyecto no tuviera lugar aquí y los escenarios previsibles en caso de que el proyecto sea desarrollado y las implicaciones que cada caso traería consigo en materia de conservación de las condiciones naturales y la calidad de vida de sus habitantes ante uno y otro de los escenarios.

Por una parte debe ser reconocido que el estado actual de los terrenos dentro de los predios implícitos en el Desarrollo Ecoturístico Xibalbá, muestran una profunda afectación acumulada a lo largo, al menos de las últimas 4 décadas. Destacando el caso del predio Xibalbá 2 donde prácticamente la totalidad de su extensión muestra cobertura de no más 10 años de edad y donde la mayoría de estas la constituyen potreros con amplias extensiones de gramíneas bien establecidas utilizadas como el soporte de añejas actividades ganaderas.

Para visualizar el escenario imperante a futuro en caso de que en los predios objeto de estudio continuaran siendo aplicadas las políticas de ganaderización extensiva carentes, como sabemos, de insumos, herramientas, y sistemas de tecnificación, los resultados bien podrían ser los siguientes:

Cuadro V.1. Tipos de cobertura vegetal, superficies dedicadas a la producción pecuaria y producción ganadera sustentable potencial en Xibalbá 1 y Xibalbá 2

Xibalbá 1	Superficie total (ha)	Superficie de potreros activos	Coeficiente de agostadero COTECOCA	Producción máxima previsible sustentable de bovinos al año
	264.55	38.4	4.5 HA /U.A.	8
Xibalbá 2	Superficie total (ha)	Superficie de potreros activos	Coeficiente de agostadero COTECOCA	Producción máxima sustentable previsible de bovinos al año
	205.41	133.5	4.5 HA /U.A.	29

Producción que en caso de respetar debidamente los coeficientes de agostadero para hacer de esta una producción sustentable (caso muy distinto a la realidad donde se sobre cargan los potreros muchas veces con el triple de la carga animal conveniente) representa una riqueza muy limitada para mantener y para impulsar el progreso de las familias que desarrollan este tipo de actividad con la agravante de que la época de secas ejerce tan fuertes presiones sobre los hatos ganaderos que su calidad resulta siempre por debajo de los rendimientos redituables.

Es evidente que deben buscarse nuevas formas de producción pecuaria a la vez que buscar diversificar las actividades productivas a favor de la conservación de los recursos naturales y a favor de una mejor calidad de vida para las familias del campo yucateco, una de tales alternativas bien podría ser la que motiva el presente análisis.

Actividades con medidas de Prevención, mitigación, restauración y compensación

[illegible]

ACTIVIDAD	SIMBOLOGÍA	ACCIONES PREVENTIVAS
Rescate de flora y fauna	RESC	1 Se aplicará un programa de rescate de ejemplares representativos de la vegetación presente en el área de afectación, durante estas actividades del proyecto.
Señalización de áreas de despalme	SEÑA	2 Se señalarán las áreas de despalme de los edificios e infraestructura para minimizar este efecto y también para evitar la afectación de terrenos no autorizados.
Utilización de sanitarios móviles	SANIT	3 Supervisión en campo del mantenimiento de los baños portátiles.
Mantenimiento a equipos y maquinaria	MAINT	4 Programa de mantenimiento preventivo de equipo y maquinaria.
Dispersión de polvos a la atmosfera	POLVO	5 Transportar materiales humectados y a baja velocidad en contenedores con lona evitando la dispersión de polvos y partículas.
Recepción de residuos sólidos	RESID	6 Programa de manejo y disposición de residuos sólidos.En las áreas de trabajo se ubicarán botes de recepción y separación de residuos sólidos rotulados y con tapa.
Manejo de los residuos peligrosos	RESPEL	7 Supervisión en campo del manejo de combustibles y aceites útiles solo para el consumo durante una semana, evitando acumulaciones masivas y manejo inadecuado de estos.
Capacitación al personal operativo	CAP	8 Capacitación de personal operativo y de supervisión en el manejo de residuos.
Supervisión	SUPERV	9 Supervisión en campo de la delimitación de las zonas de desmonte selectivo, elaboración de bitácoras (mantenimiento de equipos, manejo de residuos) y medidas de mitigación.
Monitoreo	MONIT	10 Aplicación del programa de monitoreo
MEDIDAS DE MITIGACIÓN		
Ruido y gases producidos por maquinaria y equipo	RUI	11 Verificación de bitácora y programa de mantenimiento de vehículos y equipo en buen estado y con sistemas de escape con silenciadores para la disminución de gases y ruido.
Despalme dentro de las áreas	DESP	12 Supervisión en campo y aplicación de derribo direccional y selectivo solo en las áreas de despalme de infraestructura para minimizar este efecto.
Almacenamiento provisional	ALM	13 El producto del desmonte será triturado para emplearse como composta y almacenada temporalmente en las áreas especificas en donde se realicen actividades de reforestación.
Recepción y separación de residuos orgánicos	RESORG	14 Se aplicará el programa de residuos sólidos (depósito, recepción, manejo y separación , transporte y disposición final)
MEDIDAS DE RESTAURACIÓN Y COMPENSACIÓN		
Restauración de suelos	RESTSUELO	15 Actividades de restauración y acondicionamiento de suelos en áreas específicas.
Programa de Reforestación	REFOR	16 Se aplicará un programa de reforestación
Restauración de vegetación y del paisaje	REST	17 Se realizarán las acciones para el desarrollo de un programa de restauración de la cubierta vegetal con reforestación y con arquitectura del paisaje solo con especies nativas.
PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL	MONIT	18 Aplicación del programa de monitoreo ambiental con indicadores de cobertura y tipo de vegetación, fauna y calidad del agua
ACCIONES DE SUPERVISIÓN AMBIENTAL	SUPAMB	19 Acciones de supervisión por personal capacitado
SEGUIMIENTO Y CONTROL	SEG	20 Aplicación del Programa de Manejo Ambiental

Actividades con medidas de Prevención, mitigación, restauración y compensación

[illegible][illegible]

ACTIVIDAD	SIMBOLOGÍA	ACCIONES PREVENTIVAS
Rescate de flora y fauna	RESC	1 Se aplicará un programa de rescate de ejemplares representativos de la vegetación presente en el área de afectación, durante estas actividades del proyecto.
Señalización de áreas de despalme	SEÑA	2 Se señalarán las áreas de desplante de los edificios e infraestructura para minimizar este efecto y también para evitar la afectación de terrenos no autorizados.
Utilización de sanitarios móviles	SANIT	3 Supervisión en campo del mantenimiento de los baños portátiles.
Mantenimiento a equipos y maquinaria	MANT	4 Programa de mantenimiento preventivo de equipo y maquinaria.
Dispersión de polvos a la atmosfera	POLVO	5 Transportar materiales humectados y a baja velocidad en contenedores con lona evitando la dispersión de polvos y partículas.
Recepción de residuos sólidos	RESID	6 Programa de manejo y disposición de residuos sólidos. En las áreas de trabajo se ubicarán botes de recepción y separación de residuos sólidos rotulados y con tapa.
Manejo de los residuos peligrosos	RESPEL	7 Supervisión en campo del manejo de combustibles y aceites útiles solo para el consumo durante una semana, evitando acumulaciones masivas y manejo inadecuado de estos.
Capacitación al personal operativo	CAP	8 Capacitación de personal operativo y de supervisión en el manejo de residuos.
Supervisión	SUPERV	9 Supervisión en campo de la delimitación de las zonas de desmonte selectivo, elaboración de bitácoras (mantenimiento de equipos, manejo de residuos) y medidas de mitigación.
Monitoreo	MONIT	10 Aplicación del programa de monitoreo
MEDIDAS DE MITIGACIÓN		
Ruido y gases producidos por maquinaria y equipo	RUI	11 Verificación de bitácora y programa de mantenimiento de vehículos y equipo en buen estado y con sistemas de escape con silenciadores para la disminución de gases y ruido.
Despalme dentro de las áreas	DESP	12 Supervisión en campo y aplicación de derribo direccional y selectivo solo en las áreas de desplante de infraestructura para minimizar este efecto.
Almacenamiento provisional	ALM	13 El producto del desmonte será triturado para emplearse como composta y almacenada temporalmente en las áreas específicas en donde se realicen actividades de reforestación.
Recepción y separación de residuos orgánicos	RESORG	14 Se aplicará el programa de residuos sólidos (depósito, recepción, manejo y separación, transporte y disposición final)
MEDIDAS DE RESTAURACIÓN Y COMPENSACIÓN		
Restauración de suelos	RESTSUELO	15 Actividades de restauración y acondicionamiento de suelos en áreas específicas.
Programa de Reforestación	REFOR	16 Se aplicará un programa de reforestación
Restauración de vegetación y del paisaje	REST	17 Se realizarán las acciones para el desarrollo de un programa de restauración de la cubierta vegetal con reforestación y con arquitectura del paisaje solo con especies nativas.
PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL	MONIT	18 Aplicación del programa de monitoreo ambiental con indicadores de cobertura y tipo de vegetación, fauna y calidad del agua
ACCIONES DE SUPERVISIÓN AMBIENTAL	SUPAMB	19 Acciones de supervisión por personal capacitado
SEGUIMIENTO Y CONTROL	SEGC	20 Aplicación del Programa de Monitoreo Ambiental

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

VIII.1 Formatos de presentación

De acuerdo al artículo número 19 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental, se entrega un expediente impreso de la Manifestación de Impacto Ambiental y 3 cd's de los cuales uno será utilizado para consulta pública. Asimismo se entrega una memoria magnética, incluyendo imágenes, planos e información que complementa al estudio y el Resumen ejecutivo correspondiente.

VIII.1.1 Planos definitivos: Dentro del Anexo Cartográfico se presentan los planos útiles en la descripción realizada siguiendo las recomendaciones que la Guía hace para tales efectos.

VIII.1.4 Listas de flora y fauna: Se presentan incluyendo nombre científico, nombre común que se emplea en la región de estudio, estatus de conservación, destacando aquellas consideradas endémicas. (Todos incluidos en el cuerpo del trabajo)

VIII.2 Otros

- a) Los Anexos 1 y 2 contienen la documentación que ampara la legal posesión de los terrenos que integran respectivamente a los polígonos Xibalbá 1 y 2 que en conjunto integran el Desarrollo Ecoturístico Xibalbá.