MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD PARTICULAR

CAPÍTULO I

DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE

Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

PROYECTO:

"ANTHIA"

PICH CONSULTORÍA AMBIENTAL

Junio 2026

CONTENIDO

CONTENIDO 2
CAPÍTULO I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 3
I.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO 3
I.1.1 Nombre del proyecto 3
I.1.2 Ubicación del proyecto 3
I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto 4
I.1.4 Presentación de la documentación legal 4
I.2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE 5
I.2.1 Nombre o Razón Social 5
I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente 5
I.2.3 Nombre y cargo del Representante Legal 5
I.2.4 RFC del Representante Legal 5
I.2.5 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones 5
I.3 DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 6
I.3.1 Nombre o Razón Social 6
I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP 6
I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio 6
I.3.4 RFC del responsable técnico 6
I.3.5 Cédula profesional 6
I.3.6 Dirección del Responsable Técnico del Estudio 6

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

I.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO

I.1.1 Nombre del proyecto

El proyecto objeto del presente Manifiesto de Impacto Ambiental se denomina: "ANTHIA".

I.1.2 Ubicación del proyecto

El predio sobre el que se llevará a cabo el proyecto se encuentra localizado en los tablajes catastrales 4460, 73905, 73906, 73907 y 73908, en la población y municipio de Hunucmá, estado de Yucatán.

Dato	Descripción
Tablajes catastrales	4460, 73905, 73906, 73907 y 73908
Localidad	Hunucmá
Municipio	Hunucmá
Estado	Yucatán
País	México
Superficie total del predio	484,419.47 m^2 (48.44 ha)

Tabla I-1. Datos de ubicación del proyecto ANTHIA.

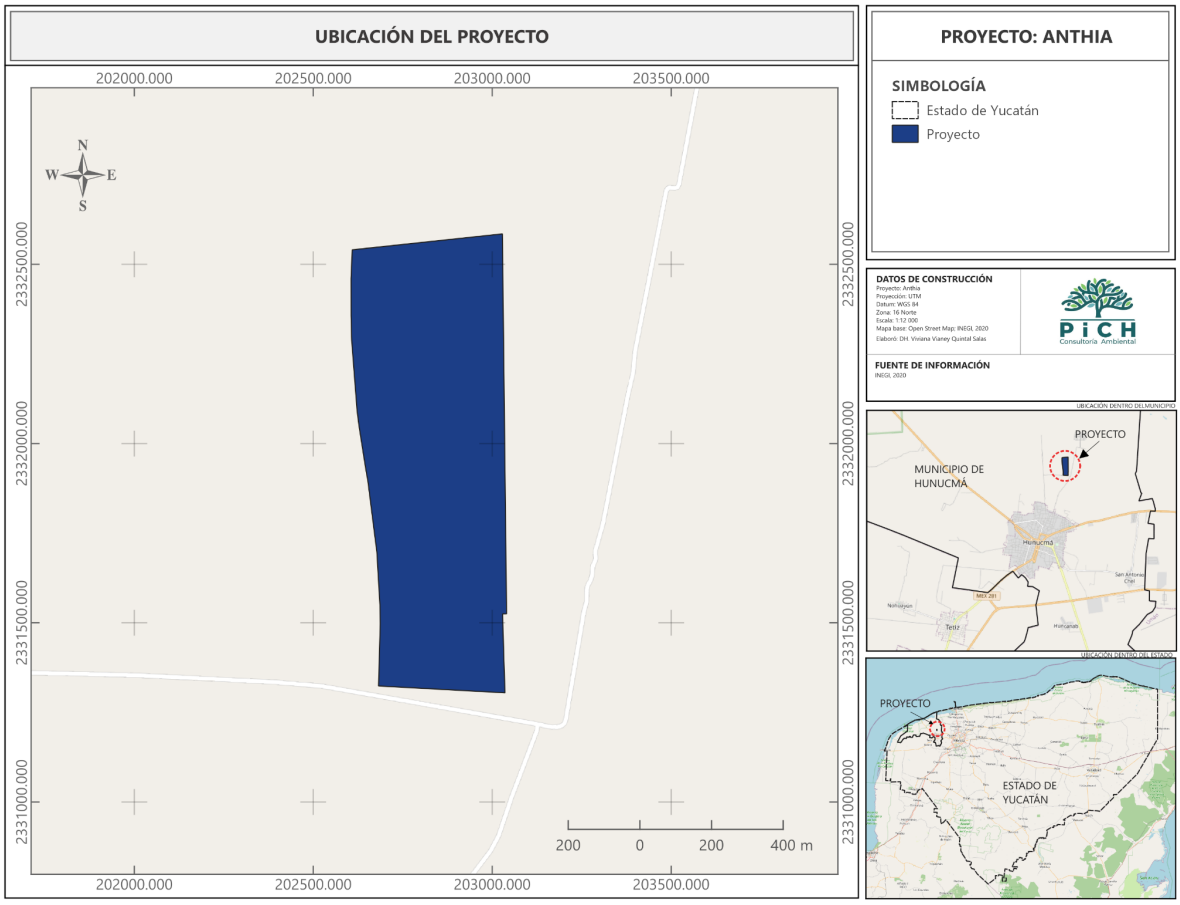


Figura I.1. Ubicación del predio del proyecto "Anthia"

V	X (m)	Y (m)	Latitud (°N)	Longitud (°W)
1	203032.58	2331392.74	21.059476	89.857661
2	203028.76	2331524.9	21.060668	89.85772
3	203039.91	2331525.32	21.060674	89.857613
4	203028.22	2332584.95	21.070234	89.857908
5	202608.81	2332540.55	21.069766	89.861933
6	202605.52	2332460.46	21.069042	89.861951
7	202605.63	2332357.07	21.068109	89.861932
8	202606.98	2332296.82	21.067566	89.861908
9	202607.26	2332289.22	21.067497	89.861904
10	202622.25	2332093.22	21.065731	89.861726

V	X (m)	Y (m)	Latitud (°N)	Longitud (°W)
11	202627.67	2332049.65	21.065339	89.861667
12	202646.3	2331931.47	21.064275	89.861467
13	202652.57	2331895.5	21.063952	89.861401
14	202677.68	2331697.25	21.062167	89.861125
15	202686.1	2331550.27	21.060842	89.861019
16	202687.03	2331497.64	21.060367	89.861001
17	202682.31	2331324.03	21.058799	89.861016
18	202684.1	2331323.94	21.058799	89.860999
19	203015.01	2331306.08	21.058691	89.857815
20	203024.99	2331305.54	21.058688	89.857719
21	203035.55	2331304.97	21.058685	89.857617

Tabla I-1. Coordenadas UTM del predio

I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto

Se estima un tiempo de vida útil de 99 (noventa y nueve) años para el desarrollo inmobiliario, contado a partir de la conclusión de la etapa de construcción, siempre y cuando el proyecto cuente con el mantenimiento preventivo y correctivo periódico adecuado por parte de los futuros propietarios y de la administración del desarrollo.

I.1.4 Presentación de la documentación legal

Se solicitarán las licencias correspondientes ante el H. Ayuntamiento de Hunucmá para el Desarrollo Inmobiliario Habitacional denominado "ANTHIA", en los tablajes catastrales 4460, 73905, 73906, 73907 y 73908 del municipio de Hunucmá, Yucatán, con una superficie total de 484,419.47 m², es PERMITIDO de acuerdo a los instrumentos de planeación aplicables.

Es importante señalar que la licencia de uso de suelo emitida condiciona el uso del predio hasta que el Departamento de Desarrollo Urbano del municipio de Hunucmá cuente con la Manifestación de Impacto Ambiental (M.I.A.) expedida por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), siendo el presente estudio el instrumento presentado para dar cumplimiento a dicha condición.

El régimen de propiedad del predio es de carácter privado. La documentación legal completa se incorpora como Anexo al presente Manifiesto.

Documento	Número de expediente / observaciones
Escritura numero 426, de la Notaria Publica 57	Anexo del presente Manifiesto
Acta constitutiva del promovente	Anexo del presente Manifiesto
Régimen de propiedad	Privado

Tabla I-2. Documentación legal del proyecto.

I.2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

I.2.1 Nombre o Razón Social

"THEMBA DESARROLLOS" S.A. DE C.V.

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente

RFC: TDE1901241Z8

I.2.3 Nombre y cargo del Representante Legal

[redacted]

I.2.4 RFC del Representante Legal

[redacted]

I.2.5 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones

[redacted].

Dato	Información
Razón social	"THEMBA DESARROLLOS" S.A. DE C.V.
RFC	TDE1901241Z8
[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]

Tabla I-3. Datos generales del promovente.

I.3 DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

[redacted]

[redacted]

[redacted]

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD PARTICULAR

CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

PROYECTO:

"ANTHIA"

PICH CONSULTORÍA AMBIENTAL

Junio 2026

CONTENIDO

CONTENIDO 2
CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 3
II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO 3
II.1.1 Naturaleza del proyecto 3
II.1.2 Ubicación del proyecto 6
II.1.3 Justificación y objetivos del proyecto 7
II.1.4 Inversión requerida 8
II.1.5 Duración total del proyecto 8
II.1.5 Vida útil del proyecto 9
II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO 9
II.2.1 Descripción de obras y actividades principales 9
II.2.2 Descripción de obras y actividades provisionales y asociadas 12
II.2.3 Etapas del proyecto – Cronograma de actividades 13
II.3 REQUERIMIENTOS DEL PROYECTO 14
II.3.1 Requerimientos de energía eléctrica 14
II.3.2 Requerimientos de agua 14
II.3.3 Requerimientos de materiales y maquinaria 15
II.3.4 Generación de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera 16
II.3.5 Mano de obra requerida por etapa 17
II.4 DIMENSIONES DEL PROYECTO 18
II.4.1 Uso actual del suelo y colindancias 20
II.5 REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL PROYECTO 20
II.6 ETAPA DE ABANDONO DEL SITIO 21
II.7 ETAPAS DE PROYECTO – RESUMEN 21

CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

II.1.1 Naturaleza del proyecto

El proyecto " ANTHIA" consiste en la construcción y operación de un fraccionamiento habitacional de tipo unifamiliar de baja densidad, localizado en los tablajes catastrales 4460, 73905, 73906, 73907 y 73908 de la población y municipio de Hunucmá, estado de Yucatán. El proyecto contempla la habilitación de 916 lotes habitacionales unifamiliares, con una superficie promedio de construcción de 150 m² por vivienda, sobre una superficie total de predio de 484,419.47 m².

PREDIO	**100%**	**484,419.4676 m²**
VENDIBLE	66.55%	322,391.8660 m²
ÁREA VERDE	6.31 %	30,564.4997 m²
VIALIDAD	26.14%	126,646.1755 m²
ÁREA DE CONSERVACIÓN	1.00%	4,816.9264 m²

Las áreas del proyecto y su distribución, se pueden visualizar en el plano que se presenta en la figura siguiente:

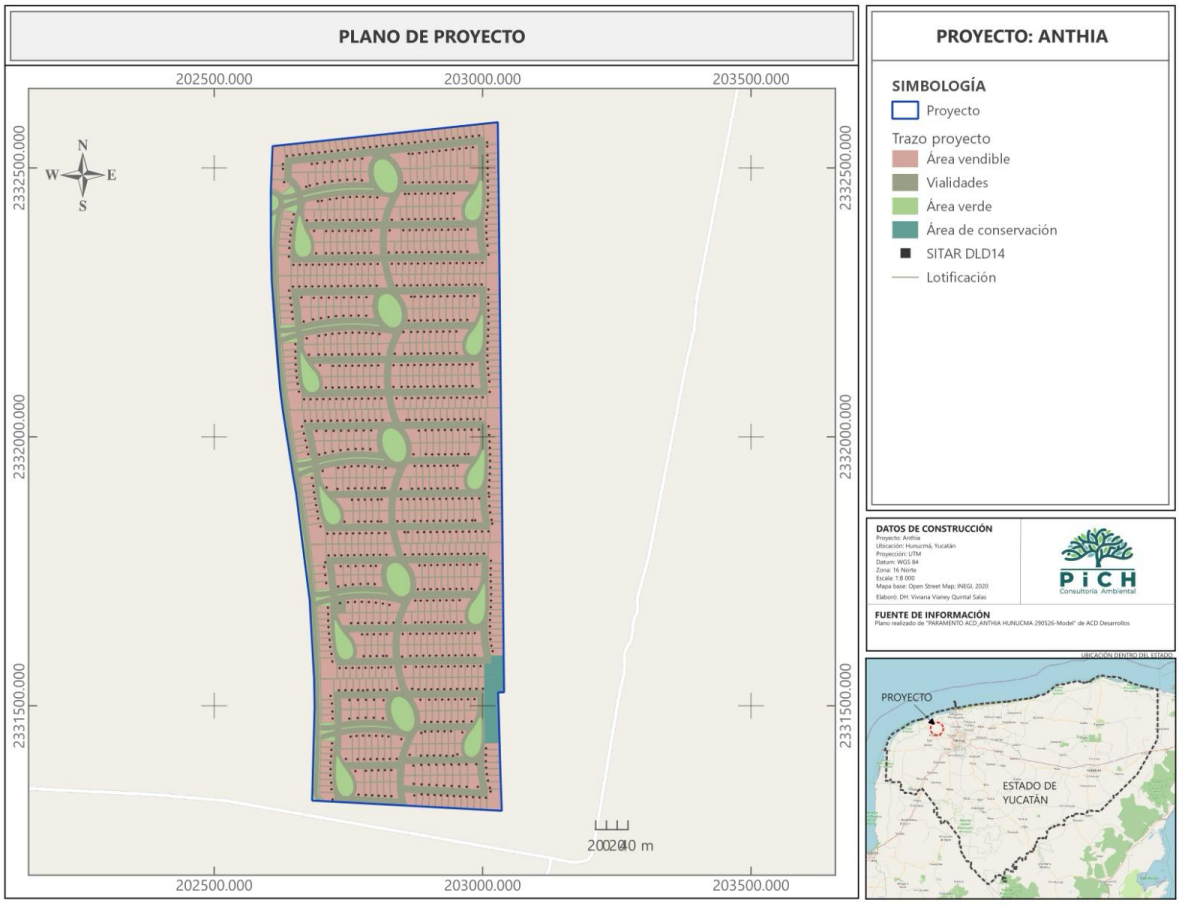


Figura II.1. Plano de diseño y áreas del proyecto Anthia

El predio se localiza en la UGA034-REST-MER del Programa de Ordenamiento Ecologico del estado de Yucatan (POETY). En la siguiente figura se presenta la ubicación del predio en relación con las UGAS del POETY.

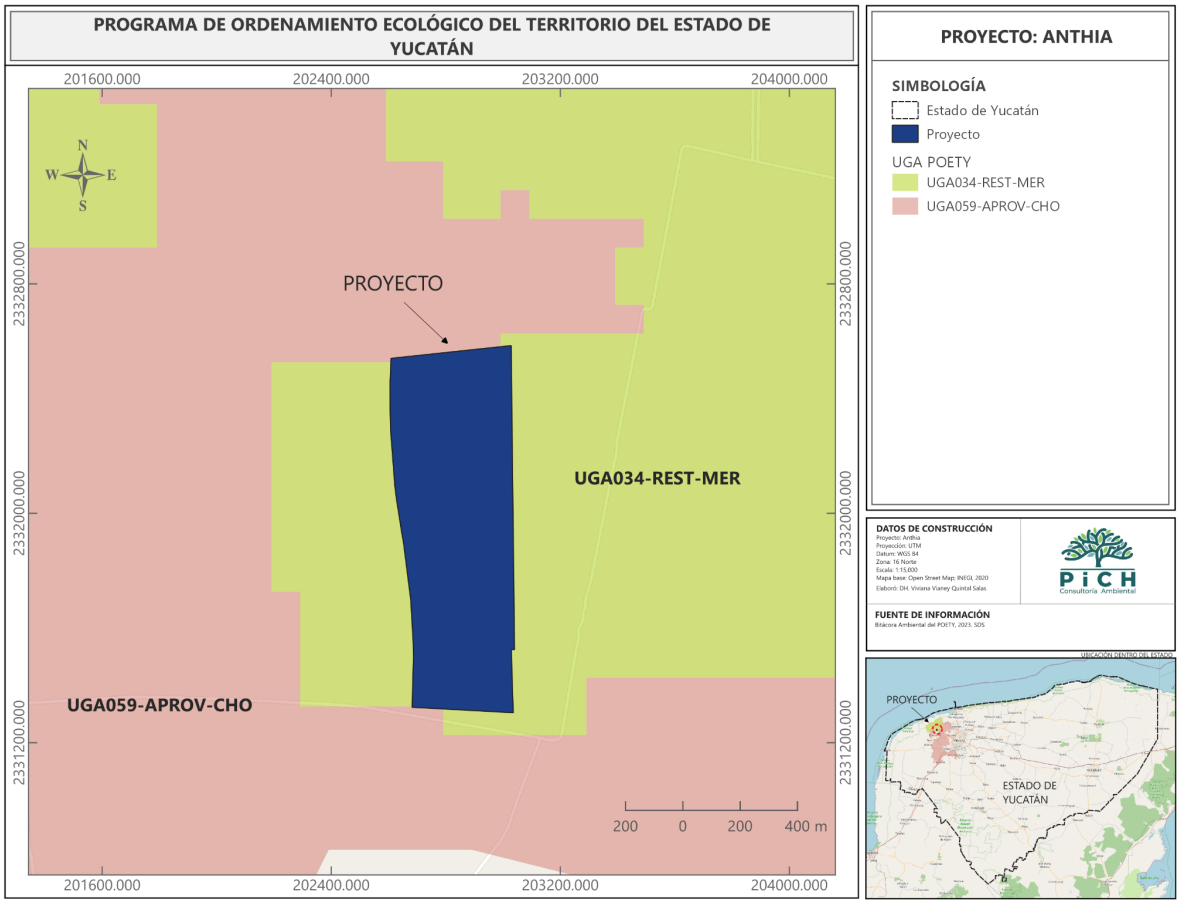


Figura II.2. Mapa de ubicación del predio con respecto a las UGAS del POETY.

Asimismo, el desarrollo se ajusta a los criterios del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán (POETCY), encontrándose dentro de la UGA UGA HUN16-SEL_AP2, donde los desarrollos inmobiliarios se consideran usos actuales y compatibles.

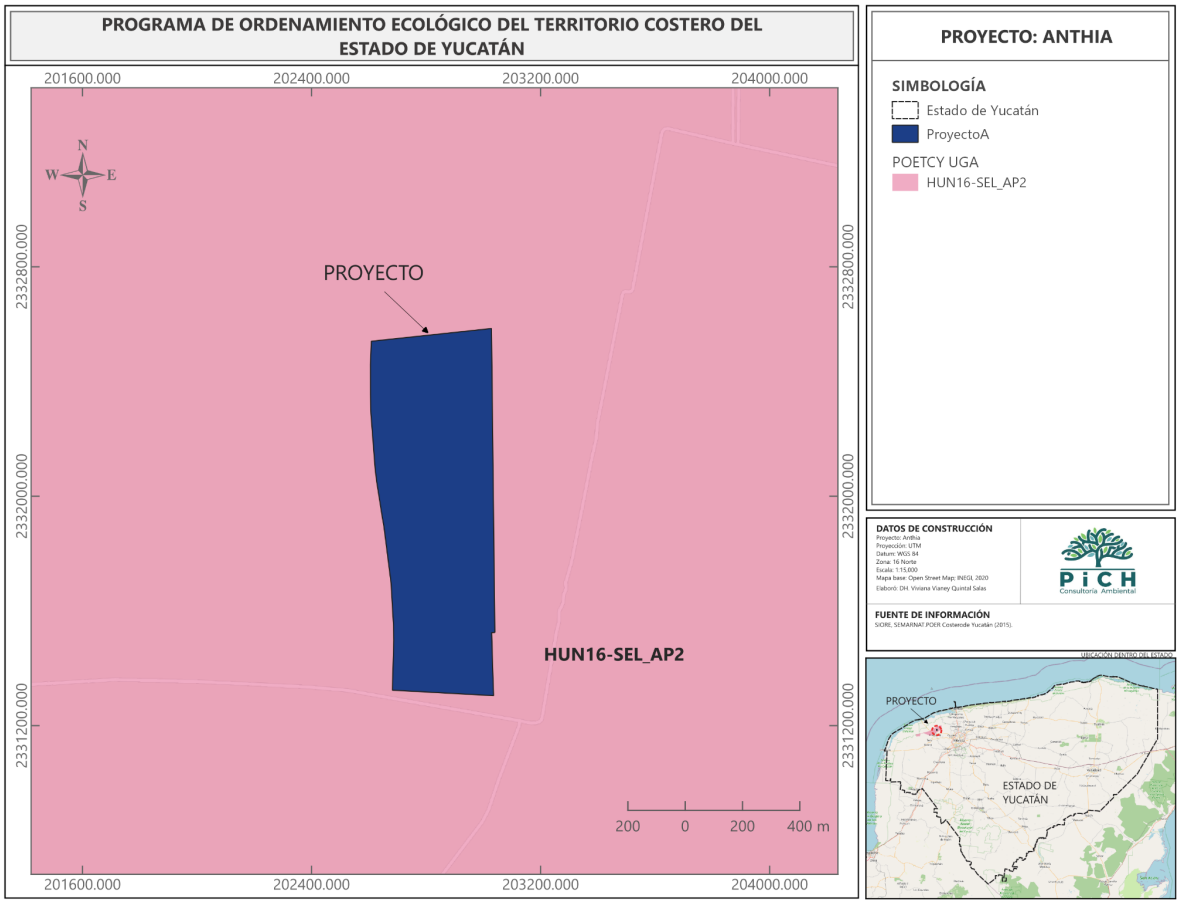


Figura IV.3. Mapa de ubicación del predio con respecto a las UGAS del POETCY

El sector al que pertenece el proyecto es el inmobiliario-habitacional, con impactos positivos esperados en el ámbito socioeconómico de la región, mediante la generación de empleos directos durante la etapa de construcción y la incorporación de vivienda de calidad en la zona metropolitana de Mérida.

II.1.2 Ubicación del proyecto

El proyecto se pretende ubicar en la localidad y municipio de Hunucmá. El predio sobre el que se llevará a cabo el proyecto se encuentra localizado en los tablajes catastrales 4460, 73905, 73906, 73907 y 73908, en la población y municipio de Hunucmá estado de Yucatán.

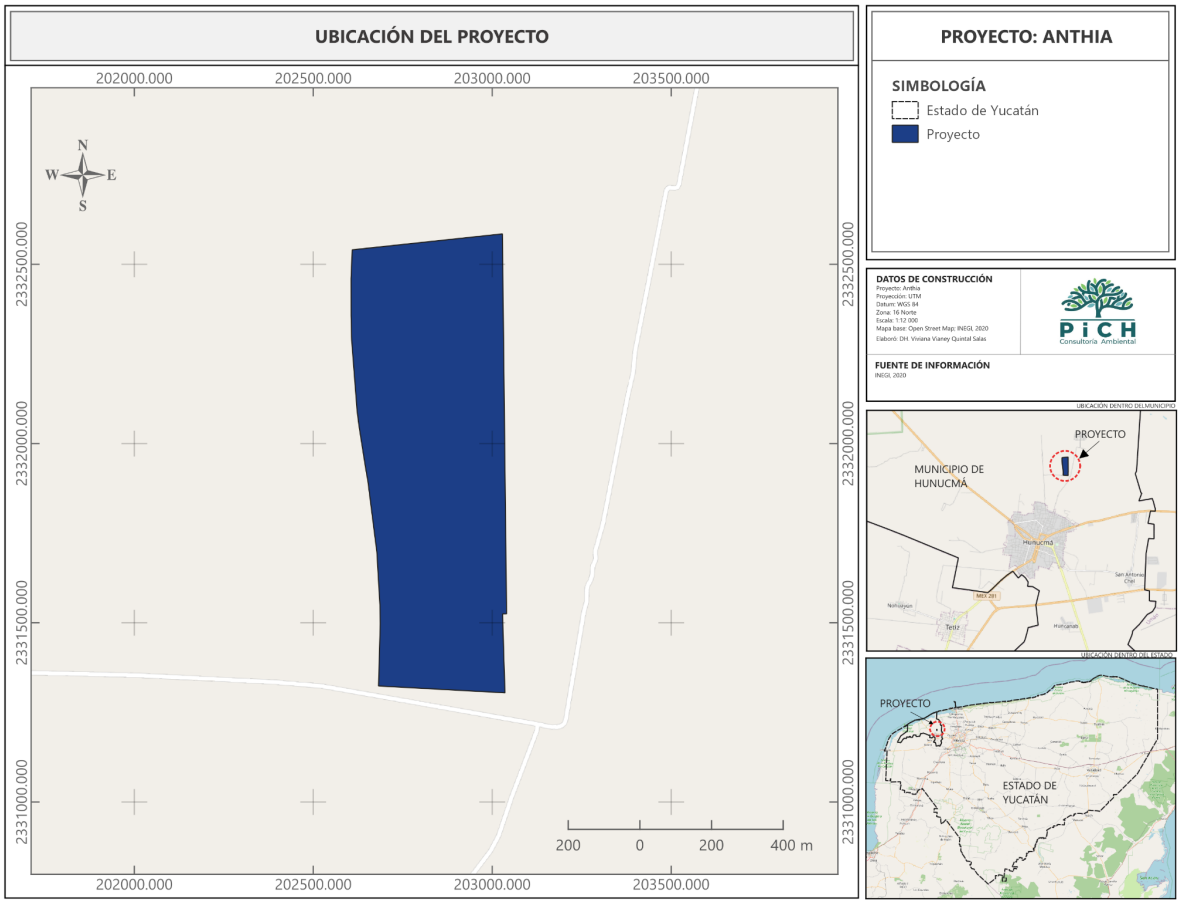


Figura I.4. Ubicación del proyecto

II.1.3 Justificación y objetivos del proyecto

El municipio de Hunucmá forma parte de la zona metropolitana de la ciudad de Mérida y ha experimentado un crecimiento demográfico sostenido en las últimas décadas. De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020 del INEGI, el municipio cuenta con 35,137 habitantes, con tendencias de crecimiento impulsadas por su cercanía con Mérida (25 km) y la mejora en infraestructura vial. Este crecimiento genera una demanda creciente de vivienda formal de calidad.

El proyecto ANTHIA tiene como objetivo principal contribuir a satisfacer la demanda de vivienda en la región, mediante el desarrollo de un fraccionamiento habitacional sustentable que contemple áreas verdes, vialidades adecuadas y sistemas de manejo de aguas residuales. Asimismo, el proyecto busca generar un desarrollo socioeconómico beneficioso para la comunidad local, incorporando mano de obra regional durante sus etapas de construcción y operación.

Los objetivos específicos del proyecto son: (1) desarrollar 916 lotes habitacionales unifamiliares con la infraestructura y servicios necesarios; (2) conservar y proteger las áreas de vegetación natural del predio mediante la delimitación de zonas de conservación; (3) implementar sistemas individualizados de tratamiento de aguas residuales que protejan el acuífero karst de la región; y (4) cumplir con todos los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y de desarrollo urbano.

II.1.4 Inversión requerida

La inversión total estimada para el desarrollo del proyecto " ANTHIA" asciende a $10,000,000.00 (Diez millones de pesos 00/100 M.N.), monto que comprende los trabajos de preparación del sitio, construcción de la infraestructura urbana (vialidades, redes y servicios), áreas verdes y obras de acceso al fraccionamiento.

II.1.5 Duración total del proyecto

Se estima que la etapa de construcción del proyecto tendrá una duración aproximada de 36 (treinta y seis) meses, a partir del inicio formal de los trabajos de preparación del sitio. Las etapas de operación y mantenimiento se extenderán durante la vida útil del proyecto, estimada en 99 años.

Etapa	Duración estimada	Actividades principales
Preparación del sitio	Meses 1 – 3	Desmonte, despalme, trazo y nivelación, instalación de obras provisionales
Construcción	Meses 4 – 36	Entrada distintiva, vialidades, redes de servicios, construcción de viviendas
Operación y mantenimiento	Mes 37 en adelante (99 años)	Operación del desarrollo habitacional y mantenimiento de infraestructura
Abandono	No aplica	El proyecto no contempla etapa de abandono

Tabla II-1. Duración por etapa del proyecto ANTHIA.

II.1.5 Vida útil del proyecto

La vida útil estimada del desarrollo inmobiliario ANTHIA es de 99 (noventa y nueve) años, siempre que se mantengan los programas de mantenimiento preventivo y correctivo de la infraestructura por parte de los propietarios y administración del desarrollo.

II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

II.2.1 Descripción de obras y actividades principales

A continuación se describen las obras y actividades previstas para cada etapa del proyecto:

ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO

Limpieza del terreno. Comprende la delimitación y señalización del área de intervención, así como la remoción de residuos o piedras que se encuentren en la superficie del predio. Esta actividad se realizará previo al inicio de cualquier otra obra.

Desmonte y despalme. El desmonte incluye el deshierbe de la vegetación mediante métodos manuales y mecanizados, con tractor D9. Previo al inicio de esta actividad se realizarán visitas de campo para identificar los árboles de importancia ecológica o aquellos que deban respetarse conforme al diseño del proyecto. Los materiales producto del desmonte podrán reutilizarse para nivelación del terreno o serán dispuestos en un sitio autorizado. Es importante señalar que el predio se encuentra libre de vegetación forestal, por lo que no se requerirá autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

Trazo y nivelación. Comprende el establecimiento de la traza urbana mediante topografía, incluyendo puntos de referencia, ejes, bancos de nivel y nivelación topográfica de los lotes, calles y demás elementos del proyecto.

Instalación de obras provisionales. Se instalará una bodega temporal desmontable fabricada con láminas galvanizadas para el resguardo de material y equipo durante la construcción.

Esta bodega será removida al concluir los trabajos. Asimismo, se instalarán letrinas portátiles para el personal, en proporción de una letrina por cada cinco trabajadores.

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

Entrada distintiva. Constitución del único acceso y salida al fraccionamiento, consistente en una construcción de block en forma de arco de 5 metros de altura, sobre la que se indicará la denominación del proyecto "ANTHIA".

Vialidades. El fraccionamiento contará con vialidades principales con pavimento poroso de 8 cm de espesor, compuesto por dos capas: la primera de 5 cm con grava machaqueo de granulometría 6/12 mm, y la segunda de 3 cm con grava de 3/6 mm, unidas con cemento en proporción adecuada. Los paños de pavimento no serán superiores a 25 m², con juntas de neopreno entre ellos para absorber dilataciones. Las calles secundarias serán calles blancas. La superficie total destinada a vialidades asciende a 126,645.18 m² (26.14% del predio).

Redes de servicios. Se instalarán las redes necesarias para el suministro de agua potable mediante pozos de aprovechamiento autorizados por CONAGUA. El suministro de energía eléctrica se gestionará a través de la Comisión Federal de Electricidad (CFE). El tratamiento de aguas residuales se realizará mediante sistemas individualizados de un sistema de tratamiento de aguas residuales denominado SITAR DLD14, cuya instalación y mantenimiento serán responsabilidad de los futuros propietarios, cuya descripción se presenta a continuación:

El Sistema Individual de Tratamiento de Aguas Residuales descentralizado SITAR DLD-14, que constituye la infraestructura de saneamiento del proyecto "ANTHIA". El sistema opera mediante un proceso de tratamiento en tres etapas secuenciales, con disposición final subsuperficial dentro del predio privado, garantizando que ningún efluente sin tratar llegue al suelo, subsuelo ni cuerpos de agua.

Etapa	Proceso / Componente	Contaminantes que retiene / elimina	Resultado respecto a Regla 73 Fr. XI
PRIMARIA	Sedimentador: 1 o 2 cámaras. Volumen cámara 1 = ½ a ⅔ del total. Tubos en 'T' Ø mínimo 100 mm (4") en paredes simétricas. Pendiente de entrada 1.5%.	Sólidos sedimentables, grasas flotantes, sólidos suspendidos gruesos, materia orgánica particulada.	Reduce la carga de contaminantes que llegarían al suelo, protegiendo la condición natural del acuífero yucateco.
SECUNDARIA	Decantador: cámara adicional de decantación estática. Perforaciones de 4" entre cámaras, a 0.50 m del borde superior.	Sólidos suspendidos finos, materia orgánica disuelta, DBO residual, coliformes parcialmente.	Segunda barrera de retención antes de la infiltración subsuperficial, minimizando el aporte de nutrientes al suelo.

Etapa	Proceso / Componente	Contaminantes que retiene / elimina	Resultado respecto a Regla 73 Fr. XI
	Ancho mínimo libre 0.80 m.		
TERCIARIA	Registro de proceso terciario de cloración (SA6): cloración del efluente antes de su infiltración. Detalle constructivo: bloque 10×20×40 cm, grava o piedra triturada 2"–3", profundidad ≥ 0.30 m.	Coliformes fecales, patógenos microbiológicos, virus entéricos. Esta etapa es la que garantiza el cumplimiento de la NOM-001-SEMARNAT-2021.	ELIMINA los agentes patógenos del efluente, convirtiendo el líquido en apto para infiltración sin riesgo sanitario ni alteración al acuífero.
DISPOSICIÓN FINAL	Pozo de absorción (Ø mínimo 0.90 m, profundidad determinada en campo) o zanjas de infiltración subsuperficial, dentro del predio, en áreas sin construcción.	El efluente ya tratado (post-terciario) se infiltra en el subsuelo. Distancia mínima entre fondo del pozo y nivel freático: 3 m (diseño: ≥ 4 m).	La infiltración controlada en profundidad garantiza que no se 'modifican las condiciones naturales del acuífero' en el sentido de la prohibición de la Regla 73, Fr. XI.

El sistema tiene una capacidad volumétrica de 9,475 litros (isométrico SA3), dimensionada para el número de habitaciones y usuarios de la vivienda. Los tubos de entrada y salida son en 'T' de Ø mínimo 100 mm (4"), ubicados de manera simétrica, garantizando el recorrido máximo del agua dentro del sistema para maximizar la eficiencia de tratamiento antes de la infiltración.

Delimitaciòn de Lotes. Se llevarán a cabo los trabajos para la habilitación de las vialidades y delimitación de 916 lotes unifamiliares, con una superficie promedio de construcción de 150 m² por unidad (las cuales serán realizadas por los compradores. La construcción de las vialidades será realizada de manera escalonada conforme avance la etapa de urbanización.

Áreas verdes. Se habilitarán las áreas verdes del fraccionamiento con una superficie de 30,564.50 m² (6.21% del predio), con vegetación nativa de la región preferentemente, que contribuya a la conectividad del paisaje y la recarga del acuífero.

ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Durante la etapa de operación, el desarrollo inmobiliario ANTHIA prestará los servicios correspondientes a sus habitantes. La operación de cada predio será responsabilidad de los futuros propietarios, incluyendo el mantenimiento de sus sistemas individualizados de tratamiento de aguas residuales. Se establecerán dos subetapas de mantenimiento: mantenimiento preventivo, consistente en revisiones periódicas de todas las instalaciones; y mantenimiento correctivo, que se aplicará ante cualquier descompostura o deterioro de la infraestructura común.

II.2.2 Descripción de obras y actividades provisionales y asociadas

Las obras provisionales durante la etapa de preparación del sitio y construcción son las siguientes:

Bodega temporal. Estructura desmontable de láminas galvanizadas para resguardo de materiales y equipo durante la construcción. Su ubicación será dentro del predio, en un área que no interfiera con las actividades constructivas principales. Será removida al concluir los trabajos.

Letrinas portátiles. Se instalarán sanitarios portátiles para el personal de obra, en proporción de una unidad por cada cinco trabajadores. La empresa arrendadora será responsable de su instalación, mantenimiento, servicio y posterior desmantelamiento, así como de la disposición adecuada de los residuos generados.

No se contempla la ejecución de obras asociadas adicionales al proyecto principal.

II.2.3 Etapas del proyecto — Cronograma de actividades

En la siguiente tabla se presenta el cronograma general de actividades del proyecto, organizado por trimestres para facilitar su seguimiento:

Actividad	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	T 8	T 9	T1 0	T1 1	T1 2
PREPARACIÓN DEL SITIO												
Limpieza y señalización	X											

Actividad	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	T 8	T 9	T1 0	T1 1	T1 2
Desmonte y despalme	X	X										
Trazo y nivelación topográfica	X	X										
Instalación de obras provisionales	X											
CONSTRUCCIÓN												
Entrada distintiva		X	X									
Construcción de vialidades		X	X	X	X							
Redes de servicios (agua, electricidad)			X	X	X	X						
Construcción de viviendas (escalonado)				X	X	X	X	X	X	X	X	X
Áreas verdes y paisajismo									X	X	X	X
Retiro de obras provisionales												X
OPERACIÓN												
Inicio de operación del desarrollo												X

Tabla II-2. Cronograma general de actividades por trimestre. T = Trimestre. X = Actividad en ejecución.

II.3 REQUERIMIENTOS DEL PROYECTO

II.3.1 Requerimientos de energía eléctrica

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, no se requerirá conexión a la red de energía eléctrica, ya que la maquinaria y equipo empleado opera con combustible fósil (diésel y gasolina). Todas las labores se realizarán en horarios diurnos, aprovechando la luz solar natural.

Para la etapa de operación, el suministro de energía eléctrica será gestionado por cada propietario a través de la red de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), quien deberá tramitar los correspondientes contratos y acometidas. Las áreas comunes del fraccionamiento contarán con alumbrado público suministrado igualmente por la CFE, conforme al proyecto eléctrico que deberá ser aprobado por la autoridad competente.

II.3.2 Requerimientos de agua

Durante la etapa de construcción, el agua requerida para las actividades constructivas (mezclas, hidratación, etc.) será abastecida mediante pipas de agua contratadas para tal efecto. No se contempla la perforación de pozos temporales para uso en la construcción.

Para la etapa de operación, el suministro de agua potable se realizará mediante pozos de aprovechamiento de agua subterránea, los cuales deberán contar con las autorizaciones, permisos y concesiones correspondientes emitidos por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), conforme a lo establecido en la Ley de Aguas Nacionales. Cada futuro propietario será responsable de tramitar y obtener las concesiones necesarias para el aprovechamiento del agua en su predio. La extracción de agua se realizará conforme al criterio ecológico 7 de la UGA HUN16-SEL_AP2 del POETCY, que establece un límite máximo de extracción de 16 l/s, ampliable hasta 20 l/s con estudios geohidrológicos que lo justifiquen.

II.3.3 Requerimientos de materiales y maquinaria

Los principales materiales a utilizar durante la etapa de construcción son block de concreto, cemento, grava machaqueo (granulometría 6/12 mm y 3/6 mm), arena, neopreno, acero de refuerzo, tubería de PVC y HDPE, conductores eléctricos y materiales de acabado para viviendas. Todos los materiales serán adquiridos a proveedores locales y/o regionales.

El combustible (gasolina y diésel) para la operación de la maquinaria será suministrado mediante vehículos de distribución de empresas expendedoras autorizadas, en las cantidades diarias requeridas y contenido en recipientes de 200

litros con todas las medidas de seguridad. En ningún momento se almacenará combustible dentro del predio del proyecto.

Maquinaria / Equipo	Uso	Etapa
Tractor D9	Desmonte y movimiento de tierra	Preparación del sitio
Retroexcavadora	Excavaciones y nivelación	Preparación / Construcción
Camión de volteo	Transporte de materiales y residuos	Preparación / Construcción
Revolvedora de concreto	Fabricación de mezclas	Construcción
Compactadora vibradora	Compactación de bases de vialidades	Construcción
Generador eléctrico portátil	Suministro temporal de energía	Construcción
Camionetas de trabajo	Transporte de personal y materiales	Todas las etapas

Tabla II-3. Maquinaria y equipo principal requerido para el proyecto ANTHIA.

II.3.4 Generación de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera

Residuos Sólidos Urbanos (RSU)

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se generarán residuos sólidos urbanos orgánicos (restos de alimentos del personal) e inorgánicos (bolsas de plástico, latas, envases). Para su manejo se colocarán contenedores con tapa, debidamente identificados, en lugares estratégicos dentro del predio. Los residuos serán recolectados cada tres días y trasladados al sitio de disposición final municipal. Para los residuos orgánicos fisiológicos del personal se instalarán las letrinas portátiles descritas en la sección II.2.2.

Residuos de Manejo Especial (RME)

Durante la etapa de construcción se generarán residuos de manejo especial correspondientes a excedentes de material de construcción (restos de block, concreto, tierra de excavación). Estos residuos estarán sujetos a un plan de manejo que contempla su clasificación, almacenamiento temporal y traslado a sitios

autorizados para su disposición o reciclaje, de conformidad con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR).

Residuos Peligrosos

El proyecto no contempla la generación de residuos peligrosos en ninguna de sus etapas. Sin embargo, como medida preventiva, en caso de generarse fugas o derrames de aceite o combustible de la maquinaria, los residuos contaminantes serán recolectados en tambos metálicos herméticos de 200 litros y su disposición final será responsabilidad de una empresa autorizada por SEMARNAT, acompañada del correspondiente manifiesto de recolección, transporte y recepción.

Aguas Residuales

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, las aguas residuales sanitarias serán manejadas a través de las letrinas portátiles. La empresa arrendadora del servicio será responsable del tratamiento y disposición de dichas aguas, de conformidad con la normativa vigente.

Durante la etapa de operación, el tratamiento de las aguas residuales domésticas se realizará mediante sistemas individualizados de biodigestores, preferentemente del tipo Rotoplas de 1,300 litros o equivalente (modelo DLD14), instalados en cada predio. Estos sistemas sustituyen la fosa séptica y no requieren desazolve periódico. El funcionamiento del biodigestor es el siguiente: las aguas residuales ingresan por el tubo de entrada hasta el fondo, donde bacterias anaerobias inician el proceso de descomposición; posteriormente la materia parcialmente tratada asciende y pasa por un filtro biológico con arcos de plástico donde bacterias fijas completan el tratamiento; finalmente las aguas tratadas salen por el tubo de salida. El mantenimiento de los sistemas (limpieza cada 10 a 30 meses) estará a cargo de los propietarios, mediante empresas especializadas con camiones cisterna autorizados. Las aguas tratadas serán trasladadas fuera del desarrollo por empresas certificadas para su disposición en sitios autorizados por el municipio.

Emisiones a la Atmósfera

Durante la construcción se prevé la generación temporal de gases contaminantes y polvo provenientes de la maquinaria y vehículos. Los vehículos automotores a gasolina cumplirán con los límites establecidos en la NOM-041-SEMARNAT-2015, y los vehículos a diésel con la NOM-045-SEMARNAT-2017. Toda la maquinaria contará con mantenimiento preventivo periódico y verificación de emisiones. Las actividades se realizarán en horarios que no afecten a las poblaciones cercanas, y los niveles de ruido no rebasarán los límites de la NOM-080-SEMARNAT-1994 ni de la NOM-081-SEMARNAT-1994.

II.3.5 Mano de obra requerida por etapa

El proyecto contempla la participación de personal de las localidades cercanas, en especial de la población de Hunucmá, como parte del compromiso socioeconómico del proyecto con la comunidad receptora.

Etapa	Personal requerido	Actividad principal
Preparación del sitio	30 personas	Limpieza, desmonte, despalme, extracción de excedentes y excavación
Construcción	10 personas	Albañilería y construcción de infraestructura y viviendas
Seguridad	10 personas	Vigilancia y control de acceso durante todas las etapas
Operación y mantenimiento	Variable	Administración y mantenimiento del fraccionamiento (a cargo de los propietarios)
TOTAL máximo simultáneo	~50 personas	

Tabla II-4. Requerimientos de mano de obra por etapa del proyecto ANTHIA.

II.4 DIMENSIONES DEL PROYECTO

La superficie total del predio sobre el que se desarrollará el proyecto ANTHIA es de 484,419.47 m² (48.44 ha), distribuida en diferentes usos y superficies como se detalla a continuación:

Concepto	Superficie (m²)	Porcentaje (%)
Superficie total del predio	484,419.47	100.00
Área vendible (lotes habitacionales)	322,091.87	66.50

Concepto	Superficie (m^2)	Porcentaje (%)
Área de vialidades	126,645.18	26.14
Área verde	30,564.50	6.21
Área de conservación	4,816.92	1.00
Área sin afectar (neta de lotes)	162,327.60	33.50

Tabla II-5. Distribución de superficies del proyecto ANTHIA.

Respecto a los lotes habitacionales, el proyecto contempla 916 lotes para vivienda unifamiliar con las siguientes características generales:

Parámetro	Valor
Número de lotes	916 unidades
Tipo de vivienda	Habitacional unifamiliar
Superficie vendible total	322,091.87 m^2
Superficie promedio por lote	~349.34 m^2
Superficie de construcción por vivienda	~150 m^2 (promedio)
Superficie total de construcción estimada	~138,300 m^2
Coeficiente de Ocupación del Suelo (COS) promedio	~43%
Densidad habitacional	~1.90 viviendas/1,000 m^2 de predio

Tabla II-6. Características generales de las viviendas del fraccionamiento ANTHIA.

II.4.1 Uso actual del suelo y colindancias

El predio sobre el que se desarrollará el proyecto ANTHIA se encuentra actualmente sin uso definido (sin actividad productiva formal), con presencia de vegetación secundaria derivada de selva baja caducifolia. El predio no presenta obras o construcciones previas. De acuerdo con el POETY, el predio se encuentra dentro de la UGA034-REST-MER, cuyo uso predominante es el de asentamientos humanos; y conforme al POETCY, en la UGA HUN16-SEL_AP2, donde los desarrollos inmobiliarios son un uso actual y compatible. Por tanto, el proyecto no agrava el uso actual o compatible del predio.

Colindancias: el predio colinda con caminos y predios en desuso. Para determinar el área de influencia del proyecto se tomaron como referencia 300 metros a la redonda del predio.

II.5 REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL PROYECTO

La representación gráfica del proyecto se presenta en los planos que se incorporan como Anexo al presente Manifiesto. El plan maestro del fraccionamiento, denominado ANTHIA_MAS01, fue elaborado por PARAMENTO Taller de Arquitectura a escala 1:1,500 (junio 2026) y muestra la distribución general del fraccionamiento, incluyendo los lotes habitacionales, vialidades, áreas verdes y área de conservación.

A continuación se describe el contenido de los planos que integran el expediente gráfico del proyecto:

Plano	Descripción	Escala
ANTHIA_MAS01	Plan maestro general del fraccionamiento ANTHIA — distribución de lotes, vialidades, áreas verdes y conservación	1:1,500
Plano catastral	División en 5 partes del predio — tablajes 4460, 73905, 73906, 73907 y 73908, con cuadro de construcción y localización respecto al centro de población de Hunucmá	1:1,200

Tabla II-7. Inventario de planos del proyecto ANTHIA.

COORDENADAS DEL PREDIO

V	X (m)	Y (m)	Latitud (°N)	Longitud (°W)
1	203032.58	2331392.74	21.059476	89.857661
2	203028.76	2331524.9	21.060668	89.85772
3	203039.91	2331525.32	21.060674	89.857613
4	203028.22	2332584.95	21.070234	89.857908
5	202608.81	2332540.55	21.069766	89.861933
6	202605.52	2332460.46	21.069042	89.861951
7	202605.63	2332357.07	21.068109	89.861932
8	202606.98	2332296.82	21.067566	89.861908
9	202607.26	2332289.22	21.067497	89.861904
10	202622.25	2332093.22	21.065731	89.861726
11	202627.67	2332049.65	21.065339	89.861667
12	202646.3	2331931.47	21.064275	89.861467
13	202652.57	2331895.5	21.063952	89.861401
14	202677.68	2331697.25	21.062167	89.861125

V	X (m)	Y (m)	Latitud (°N)	Longitud (°W)
15	202686.1	2331550.27	21.060842	89.861019
16	202687.03	2331497.64	21.060367	89.861001
17	202682.31	2331324.03	21.058799	89.861016
18	202684.1	2331323.94	21.058799	89.860999
19	203015.01	2331306.08	21.058691	89.857815
20	203024.99	2331305.54	21.058688	89.857719
21	203035.55	2331304.97	21.058685	89.857617

El plano de localización indica que el predio se ubica aproximadamente a 1.38 km del Camino Blanco y a 2.80 km de la Calle 31, en la población de Hunucmá. La clave del predio catastral es No. Cat. 4460, Finca San Jerónimo, Tablaje 4460, Localidad Hunucmá, Municipio Hunucmá, Clase Rústico, Uso Solar, con superficie total de 48-44-19.47 hectáreas, según el plano de catastro emitido por la Dirección de Catastro del H. Ayuntamiento de Hunucmá, Yucatán, con fecha 15 de junio de 2021.

II.6 ETAPA DE ABANDONO DEL SITIO

El proyecto no contempla una etapa de abandono del sitio, dado que se trata de un desarrollo inmobiliario habitacional con vida útil de largo plazo (99 años). En el supuesto de que en el futuro se requiriese el abandono del proyecto, se deberán elaborar los programas de restauración correspondientes, en cumplimiento con la normativa ambiental vigente en ese momento.

II.7 ETAPAS DE PROYECTO — RESUMEN

Etapa	Duración	Personal	Equipos principales	Principales impactos a gestionar
Preparación del sitio	3 meses	~30	Tractor D9, camión volteo, retroexcavadora	Emisiones de polvo, remoción de vegetación, ruido
Construcción	33 meses	~20	Revolvedora, compactadora, generador, camionetas	Emisiones a atmósfera, RSU, RME, ruido, aguas residuales
Operación	99 años	Variable	—	Aguas residuales, RSU, demanda de agua y energía

Tabla II-8. Resumen de etapas y principales variables ambientales del proyecto ANTHIA.

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD PARTICULAR

CAPÍTULO III

VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

PROYECTO:

"ANTHIA"

PICH CONSULTORÍA AMBIENTAL

Junio 2026

CONTENIDO

CONTENIDO 2
CAPÍTULO III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO 3
III.1 INFORMACIÓN SECTORIAL 3
III.2 VINCULACIÓN CON LOS PLANES Y PROGRAMAS DE DESARROLLO 3
III.2.1 Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030 3
III.2.2 Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2020-2024 3
III.2.3 Plan Estatal de Desarrollo de Yucatán 2018-2024 4
III.2.4 Plan Municipal de Desarrollo de Hunucmá 4
III.3 VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN TERRITORIAL 4
III.3.1 Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán — POETY (Decreto 692/2023) 4
III.3.2 Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán — POETCY (Decreto 160/2014) 6
III.3.2.1 Usos de suelo en la UGA HUN16-SEL_AP2 7
III.3.2.2 Criterios ecológicos aplicables — UGA HUN16-SEL_AP2 8
III.3.3 Instrumentos municipales — H. Ayuntamiento de Hunucmá 12
III.4 VINCULACIÓN CON LAS NORMAS OFICIALES MEXICANAS APLICABLES 14
III.5 VINCULACIÓN CON LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL FEDERAL 16
III.5.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) 16
III.5.2 Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental 18
III.5.3 Ley General de Vida Silvestre (LGVS) 19
III.5.4 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) 19
III.5.5 Ley de Aguas Nacionales (LAN) 20
III.5.6 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) 20
III.6 VINCULACIÓN CON LA LEGISLACIÓN ESTATAL Y MUNICIPAL 20
III.6.1 Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán 21
III.6.2 Reglamento de la Ley de Protección al Ambiente del Estado de Yucatán 22
III.6.3 Ley de Desarrollos Inmobiliarios del Estado de Yucatán (LDIEY) 23
III.6.4 Reglamento de la Ley de Desarrollos Inmobiliarios del Estado de Yucatán (RLDIEY) 25
III.6.5 Ley de Asentamientos Humanos del Estado de Yucatán 26

III.7 SÍNTESIS DE LA VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS 26

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

El presente capítulo analiza la congruencia y compatibilidad del proyecto denominado "ANTHIA" con los principales ordenamientos jurídicos aplicables en los ámbitos federal, estatal y municipal, incluyendo los planes y programas de desarrollo, los programas de ordenamiento ecológico, la normatividad en materia de uso del suelo, las normas oficiales mexicanas y la legislación ambiental.

III.1 INFORMACIÓN SECTORIAL

El proyecto pertenece al sector inmobiliario-habitacional. El crecimiento demográfico sostenido del municipio de Hunucmá, derivado de su integración funcional a la Zona Metropolitana de Mérida, genera una demanda creciente de vivienda formal que el proyecto pretende satisfacer de manera ordenada y sustentable.

El desarrollo inmobiliario habitacional se ubica entre las obras sujetas a evaluación de impacto ambiental conforme al Artículo 28, fracción IX de la LGEEPA y al Artículo 5, inciso Q del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. El promovente presenta la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Particular, en cumplimiento de estos ordenamientos.

III.2 VINCULACIÓN CON LOS PLANES Y PROGRAMAS DE DESARROLLO

III.2.1 Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030

El Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 15 de abril de 2025 por la Presidenta Claudia Sheinbaum Pardo, establece como objetivo central el "desarrollo con bienestar, justicia social y sustentabilidad". El proyecto ANTHIA se vincula con este plan al contribuir a satisfacer el derecho a la vivienda digna, generar empleo local, implementar manejo adecuado de aguas residuales y residuos, e incluir áreas verdes y de conservación ecológica.

III.2.2 Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2020-2024

El PROMARNAT 2020-2024 estableció entre sus objetivos prioritarios la atención efectiva de impactos ambientales a través del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, la gestión integral de residuos y la conservación de ecosistemas. El

proyecto se alinea con estos objetivos mediante la presentación de esta MIA, el programa de manejo de RSU y el sistema de tratamiento de aguas residuales.

III.2.3 Plan Estatal de Desarrollo de Yucatán 2018-2024

El Plan Estatal establece el desarrollo urbano ordenado, el acceso a vivienda digna y la protección ambiental como líneas estratégicas. El proyecto se emplaza dentro de la zona de expansión de la ZMM, cumpliendo con los ordenamientos ecológicos y las medidas ambientales aplicables.

III.3 VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN TERRITORIAL

III.3.1 Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.

El Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMyMC) fue expedido mediante Acuerdo publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de noviembre de 2012, con fundamento en los artículos 20 Bis 2, 20 Bis 3, 20 Bis 6 y 20 Bis 7 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y el Reglamento de la LGEEPA en Materia de Ordenamiento Ecológico. Constituye el instrumento federal de planeación territorial de observancia obligatoria para la región del Golfo de México y Mar Caribe, estableciendo 203 Unidades de Gestión Ambiental (UGA) con lineamientos ecológicos, estrategias y acciones específicas para guiar el uso sustentable del territorio.

El predio del proyecto ANTHIA se ubica dentro de la UGA 96 del POEMyRGMyMC, tal como se puede observar en la siguiente Figura:

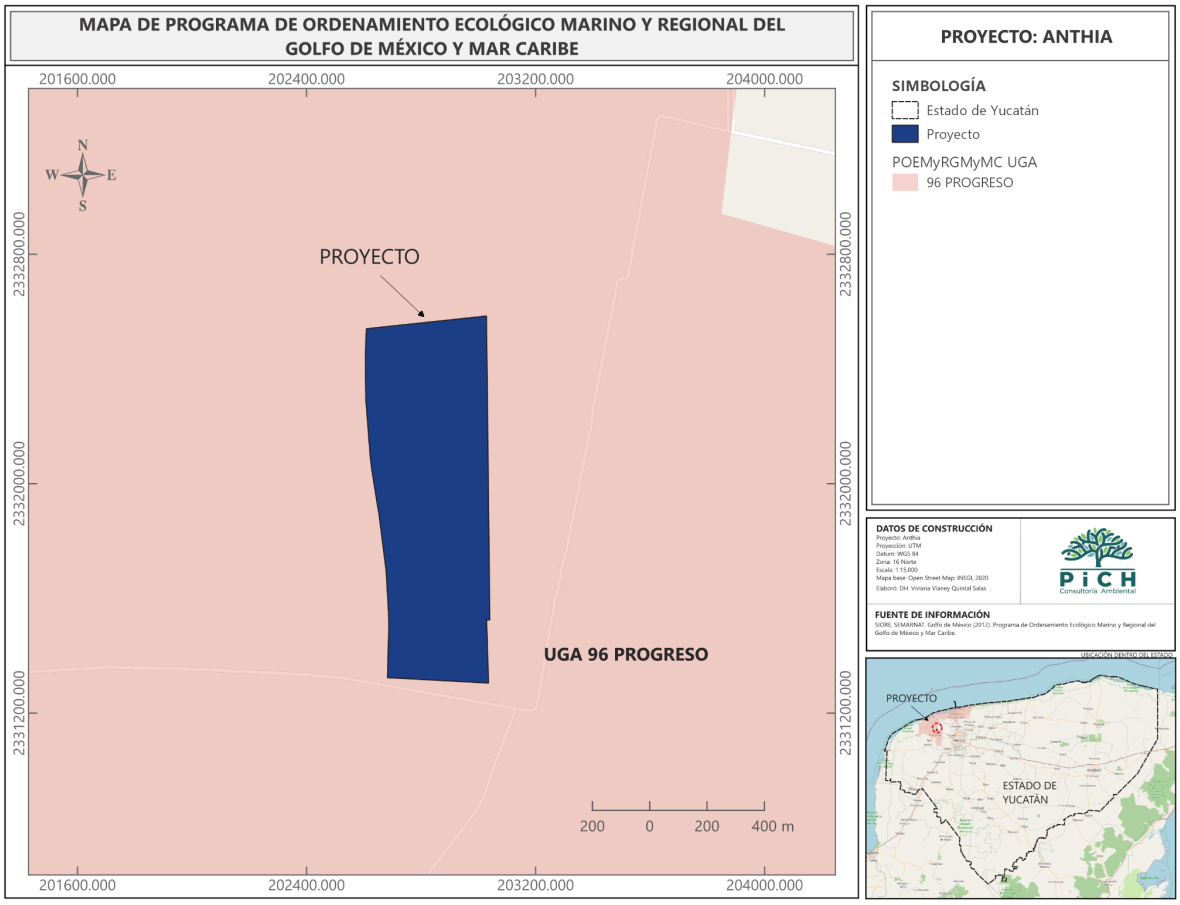


Figura IV.1 Ubicación del proyecto con respecto al **POEMyRGMyMC**

Es importante destacar que, conforme a la ficha de la UGA 96, en el área cubierta por el Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán (POETCY), por sus características particulares, aplican las disposiciones de ese programa en lugar de las acciones específicas del POEMyRGMyMC. Dado que el predio del proyecto ANTHIA se ubica dentro del área del POETCY (a ~11.7 km del litoral del Golfo de México, dentro de la franja de 20 km), la vinculación con el POEMyRGMyMC corresponde al nivel de las Acciones Generales del Programa (Anexo 4), que aplican a la totalidad de las 203 UGA del Área Sujeta a Ordenamiento, complementando las disposiciones del POETCY ya analizadas en el presente capítulo.

Clave	Acción General – POEMyRGMyMC (Anexo 4)	Congruencia del proyecto ANTHIA
G001	Promover el uso de tecnologías y prácticas de manejo para el uso	CUMPLE – El proyecto promueve el uso eficiente del agua mediante

Clave	Acción General — POEMyRGMyMC (Anexo 4)	Congruencia del proyecto ANTHIA
	eficiente del agua en coordinación con CONAGUA y demás autoridades competentes.	sistema de captación de aguas pluviales, reutilización de aguas grises en riego de áreas verdes y tramitación de concesiones de aprovechamiento de agua subterránea ante CONAGUA conforme a las autorizaciones que emita esa autoridad.
G004	Instrumentar campañas de vigilancia y control de actividades extractivas de flora y fauna silvestre, particularmente para especies NOM-059-SEMARNAT-2010.	CUMPLE — El inventario de flora y fauna (Capítulo IV) no registró especies en categoría de riesgo NOM-059-SEMARNAT-2010 en el predio. Las áreas verdes con vegetación nativa contribuyen al mantenimiento del hábitat local para la fauna silvestre.
G009	Planificar las acciones de construcción de infraestructura para evitar la fragmentación del hábitat.	CUMPLE — El diseño del fraccionamiento incorpora áreas verdes distribuidas (30,564.50 m²) y área de conservación ecológica perimetral (4,816.92 m²) que mantienen la conectividad del paisaje local y minimizan la fragmentación del hábitat.
G013	Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de coberturas vegetales nativas.	CUMPLE — Las áreas verdes y de conservación se establecerán preferentemente con especies nativas de la región yucateca. No se contempla la introducción de especies exóticas o invasoras en ninguna etapa del proyecto.
G019	Los planes o programas de desarrollo urbano deberán tomar en cuenta el contenido de este Programa, incluyendo disposiciones sobre riesgo frente a cambio climático en asentamientos humanos.	CUMPLE — El proyecto se desarrolla conforme al POETCY, POETY 2023 y las disposiciones del Ayuntamiento de Hunucmá, alineándose con los contenidos del POEMyRGMyMC. El diseño incorpora pavimento poroso y áreas verdes para mitigar efectos del cambio climático.
G024	Promover la reforestación y forestación con restauración de suelos para incrementar el potencial de sumideros forestales de carbono	CUMPLE — El proyecto destina el 7.21% del predio (35,381.42 m²) a conservación y áreas verdes con vegetación nativa, contribuyendo a la

Clave	Acción General – POEMyRGMyMC (Anexo 4)	Congruencia del proyecto ANTHIA
	como medida de mitigación ante el cambio climático.	captura de carbono y la restauración de la cobertura vegetal local.
G025-G026	Fomentar el uso de especies nativas con alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes (G025). Identificar áreas de conectividad ambiental y promover su conservación (G026).	CUMPLE – Las áreas verdes y zona de conservación contemplarán vegetación nativa de selva baja caducifolia, favoreciendo la resiliencia ambiental. El área de conservación ecológica (4,816.92 m²) contribuye a la conectividad ambiental del paisaje de Hunucmá.

Tabla III-4. Vinculación del proyecto ANTHIA con las Acciones Generales del POEMyRGMyMC (Anexo 4) aplicables a la UGA 96.

Clave	Acción Específica – POEMyRGMyMC (Anexo 5), UGA 96	Congruencia del proyecto ANTHIA
A-006	Implementar programas para la captación de agua de lluvia y el uso de aguas grises.	CUMPLE – El proyecto incorpora sistema de captación de agua pluvial y reutilización de aguas grises en el riego de áreas verdes del fraccionamiento.
A-007	Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.	CUMPLE – El fraccionamiento destina 4,816.92 m² de manera voluntaria al área de conservación ecológica con vegetación nativa, contribuyendo a la restauración de la cobertura vegetal original del predio.
A-018	Promover acciones de protección y recuperación de especies bajo algún régimen de protección conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010.	CUMPLE – El inventario de flora y fauna (Cap. IV) no registró especies en riesgo NOM-059 en el predio. Las áreas verdes con vegetación nativa favorecen el mantenimiento del hábitat para la fauna local.
A-021	Fortalecer mecanismos de control de emisiones y descargas para mejorar la calidad del aire, agua y suelos, particularmente en zonas urbanas.	CUMPLE – El proyecto implementa controles de emisiones durante construcción (riego anti-polvo, verificación de maquinaria), tratamiento de aguas residuales con biodigestores individuales y manejo integral de residuos, protegiendo la calidad ambiental.

Clave	Acción Específica – POEMyRGMyMC (Anexo 5), UGA 96	Congruencia del proyecto ANTHIA
A-050	Promover el desarrollo de Programas de Desarrollo Urbano y de Conurbación con el fin de dotar de infraestructura de servicios a las comunidades rurales.	CUMPLE – El proyecto contribuye al desarrollo urbano ordenado de Hunucmá, dotando de infraestructura de servicios a una zona de expansión de la Zona Metropolitana de Mérida, conforme a los planes municipales.
A-057	Evitar el establecimiento de zonas urbanas en zonas de riesgo, susceptibles de inundación, zonas de restauración ecológica, humedales, dunas costeras y manglares.	CUMPLE – El predio se ubica en zona terrestre interior del municipio de Hunucmá, alejado de humedales, dunas costeras y manglares. No presenta riesgos de inundación ni se ubica en zona de restauración ecológica prioritaria.
A-062	Fortalecer capacidades para el manejo adecuado y disposición final de residuos peligrosos y de manejo especial.	CUMPLE – El proyecto no genera residuos peligrosos de manera sistemática. En caso de generación accidental, se contratará empresa autorizada por SEMARNAT conforme al Programa de Manejo de Residuos (Anexo).
A-063	Instalar nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y optimizar las existentes.	CUMPLE – Cada lote habitacional contará con sistema individual de tratamiento de aguas residuales (biodigestor DLD-14) como alternativa al sistema municipal, garantizando el tratamiento adecuado de aguas negras in situ.
A-068	Promover el manejo integral de los residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial para evitar su impacto ambiental.	CUMPLE – El Programa Integral de Manejo de Residuos (Anexo) establece clasificación, almacenamiento, recolección y disposición final de todos los residuos generados en las etapas del proyecto.
A-075	La construcción de infraestructura carretera deberá minimizar la afectación de la estructura y función de los ecosistemas y sus bienes y servicios ambientales, incluyendo recarga de acuíferos.	CUMPLE – Las vialidades internas del fraccionamiento se construirán con pavimento poroso para favorecer la infiltración del agua pluvial y proteger la recarga del acuífero kárstico de Hunucmá.

Tabla III-5. Vinculación del proyecto ANTHIA con las Acciones Específicas aplicables del POEMyRGMyMC, UGA 96 (Anexo 5).

Con base en el análisis anterior, se concluye que el proyecto ANTHIA es CONGRUENTE con el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMyMC), cumpliendo con las Acciones Generales aplicables a la totalidad de las UGA del Área Sujeta a Ordenamiento y con las Acciones Específicas de la UGA 96 que resultan pertinentes al tipo, escala y características del proyecto. En virtud de que el predio se ubica dentro del área regulada por el POETCY, las disposiciones específicas de ese programa constituyen el instrumento de mayor especificidad aplicable, siendo el POEMyRGMyMC el instrumento federal complementario de alcance regional.

III.3.2 Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán — POETY (Decreto 692/2023)

El Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán (POETY) fue actualizado mediante el Decreto 692/2023, publicado en el Diario Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán el 5 de diciembre de 2023, el cual abroga y sustituye en su totalidad el Decreto 793/2007. El POETY 2023 es de observancia obligatoria en todo el territorio del estado de Yucatán (Artículo 2 del Decreto 692/2023). En la siguiente figura se presenta la ubicación del proyecto respecto del POETY.

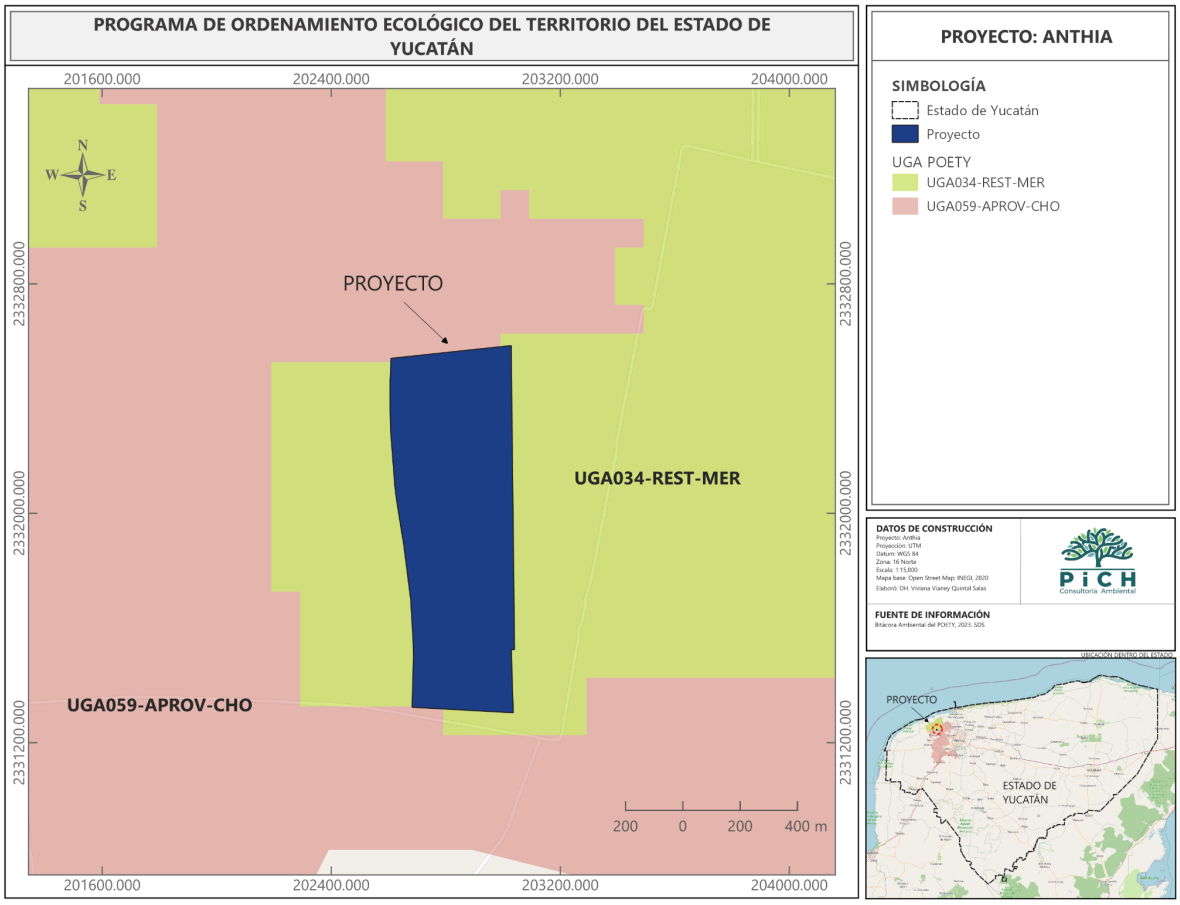


Figura IV.2 Ubicación del proyecto con respecto al **POETY (Decreto 692/2023)**

El predio del proyecto se ubica dentro de la Unidad de Gestión Ambiental con clave 034-REST-MER, que tiene asignada una política de Restauración (REST) en la región metropolitana de Mérida (MER). Conforme al Decreto 692/2023, la política de Restauración "pretende mejorar las condiciones ambientales, mediante la regulación de actividades para un aprovechamiento sustentable futuro, así como acciones de recuperación de espacios que favorezcan el restablecimiento de las condiciones naturales", y se asigna a unidades con algún grado de deterioro ambiental y cobertura vegetal modificada.

Criterio derivado — Política REST (Decreto 692/2023)	Disposición del proyecto ANTHIA	Congruencia
La política REST prioriza la recuperación de espacios que favorezcan las condiciones naturales. Los proyectos deben contemplar acciones de restauración o compensación.	El proyecto destina el 7.21% del predio (35,381.42 m²) a conservación ecológica y áreas verdes con vegetación nativa, contribuyendo a la restauración de la cubierta vegetal.	CUMPLE — Acciones de restauración/conservación incluidas.
El uso AH tiene clasificación Condicionado en UGA REST. Debe aprovechar infraestructura existente y contener la expansión desordenada.	Predio contiguo al centro de población de Hunucmá, con acceso a infraestructura vial existente.	CUMPLE — Desarrollo contiguo a infraestructura municipal existente.
Ausencia de vegetación forestal. En UGA REST se prioriza el uso forestal o no forestal.	El predio presenta vegetación secundaria modificada de selva baja caducifolia. requiere cambio de uso de suelo forestal (LGDFS Art. 93).	CUMPLE — vegetación secundaria modificada de selva baja caducifolia en el predio.
Conectividad ecológica. Evitar fragmentación del hábitat.	Áreas verdes distribuidas en todo el fraccionamiento (30,564.50 m²) y área de conservación perimetral (4,816.92 m²) con vegetación nativa. Vialidades con pavimento poroso favorecen infiltración.	CUMPLE — Áreas verdes y conservación favorecen conectividad local.
Protección del acuífero kárstico.	Biodigestores individuales (Rotoplas 1,300 l o equivalente DLD14) en cada vivienda. Pavimento poroso en vialidades. Sin	CUMPLE — Protección efectiva del acuífero kárstico mediante ecotecnias.

Criterio derivado — Política REST (Decreto 692/2023)	Disposición del proyecto ANTHIA	Congruencia
	almacenamiento de sustancias contaminantes.	
Manejo integral de residuos sólidos.	Programa de manejo integral de RSU, RME y prevención de residuos peligrosos conforme a LGPGIR.	CUMPLE — Programa de manejo de RSU incluido como Anexo.
Estrategia AH del Decreto 692/2023: implementar ecotecnias a nivel familiar para manejo de aguas residuales.	Biodigestores individuales por vivienda = ecotecnia expresamente contemplada en las estrategias del sector AH del Decreto 692/2023.	CUMPLE — Ecotecnia conforme a la estrategia del POETY 2023.

Tabla III-1. Análisis de congruencia del proyecto ANTHIA con la UGA 034-REST-MER — POETY 2023 (Decreto 692/2023).

Con base en el análisis anterior se concluye que el proyecto ANTHIA es CONGRUENTE con el POETY 2023, cumpliendo las condiciones aplicables al uso condicionado de Asentamientos Humanos en la UGA 034-REST-MER.

III.3.3 Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán — POETCY (Decreto 160/2014)

El Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán (POETCY) fue publicado mediante el Decreto 160/2014 en el Diario Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán. Este instrumento establece los lineamientos y criterios de uso del suelo para la franja costera del estado, incluyendo la zona del municipio de Hunucmá. El predio del proyecto se ubica dentro de la Unidad de Gestión Ambiental HUN16-SEL_AP2 del POETCY (ver siguiente Figura).

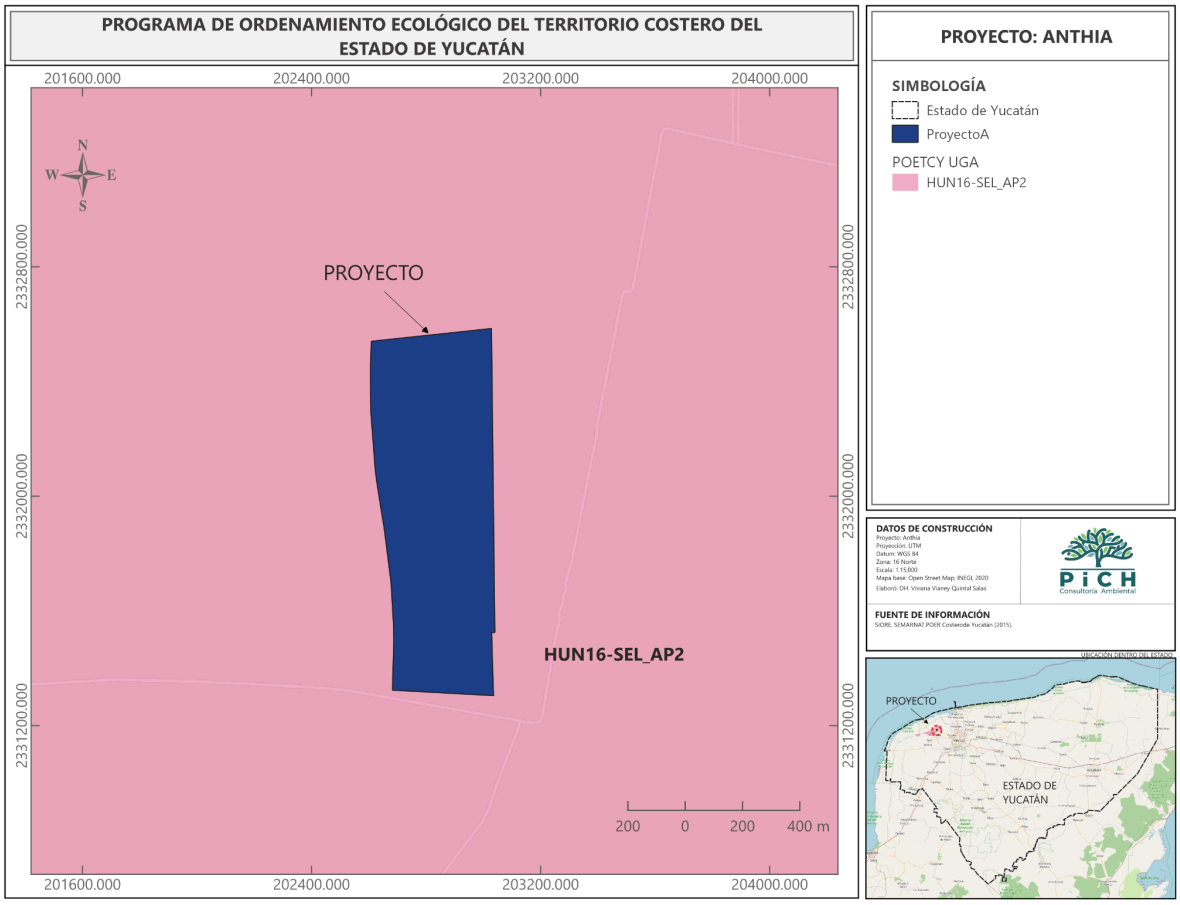


Figura IV.3 Ubicación del proyecto con respecto al **POETCY (2014)**

III.3.2.1 Usos de suelo en la UGA HUN16-SEL_AP2

La UGA HUN16-SEL_AP2 establece los siguientes usos de suelo actuales y compatibles:

Clasificación	Usos de suelo – UGA HUN16-SEL_AP2
Usos Actuales	2. Aprovechamiento doméstico de flora y fauna. 3. Apicultura. 8. Agricultura tradicional (milpa) y ganadería de ramoneo. 12. Ganadería estabulada tipo granja. 16. Extracción artesanal de piedra o sascab sin maquinaria. 22. Vivienda unifamiliar. 25. Desarrollos inmobiliarios. 26. Sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos.

Clasificación	Usos de suelo — UGA HUN16-SEL_AP2
Usos Compatibles	1. Área para cuidado y preservación de condiciones naturales protegidas. 2. Aprovechamiento doméstico de flora y fauna. 3. Apicultura. 4. UMAs y aprovechamiento cinegético. 6, 7. Acuacultura artesanal e industrial. 8. Agricultura tradicional (milpa) y ganadería de ramoneo. 9. Agricultura de plantaciones perennes. 10. Agricultura semiintensiva. 11, 12. Ganadería extensiva y estabulada. 16, 17. Extracción artesanal e industrial de piedra o sascab. 18, 19. Industria ligera, semipesada y pesada. 20, 21, 23, 24. Turismo diversas modalidades. 25. DESARROLLOS INMOBILIARIOS. 26. Sitios de disposición final de RSU. 28. Aprovechamiento forestal.
Usos Incompatibles	5. Pesca de consumo doméstico o deportiva. 13. Extracción artesanal de sal o artemia. 14. Extracción industrial de sal. 15. Extracción de arena. 27. Desarrollos portuario-marinos y servicios relacionados. 29. Industria eléctrica (eólica).

Tabla III-2. Usos de suelo en la UGA HUN16-SEL_AP2 del POETCY.

El proyecto "ANTHIA" corresponde al uso No. 25. Desarrollos Inmobiliarios, el cual es un USO ACTUAL Y COMPATIBLE en la UGA HUN16-SEL_AP2 del POETCY. El proyecto no implica ninguno de los usos incompatibles listados para esta UGA.

III.3.2.2 Criterios ecológicos aplicables — UGA HUN16-SEL_AP2

A continuación se presenta el análisis de congruencia del proyecto con los criterios ecológicos de la UGA HUN16-SEL_AP2 del POETCY aplicables al desarrollo inmobiliario:

Clave	Criterio ecológico — POETCY UGA HUN16-SEL_AP2	Congruencia del proyecto ANTHIA
7	La extracción de agua para infraestructura de vivienda, turística, comercial o de servicios se limitará a un máximo de 16 l/s, con pozos ubicados a distancias definidas por CONAGUA. Podrá incrementarse hasta 20 l/s con estudio geohidrológico que lo justifique, sistema de monitoreo	CUMPLE — Los aprovechamientos de agua subterránea se tramitarán ante CONAGUA con los permisos y concesiones correspondientes, respetando el límite de 16 l/s establecido en este criterio. En caso de requerir mayor

Clave	Criterio ecológico — POETCY UGA HUN16-SEL_AP2	Congruencia del proyecto ANTHIA
	continuo e inscripción al Consejo de Cuenca.	extracción se realizará el estudio geohidrológico respectivo.
8	No se podrán establecer áreas de desarrollo de infraestructura en una colindancia menor de 100 m con respecto al límite de la sabana, con el fin de mantener intactas las condiciones naturales de los ecosistemas.	CUMPLE — El proyecto no desarrollará infraestructura en una colindancia menor de 100 m con respecto al límite de la sabana.
10	Se deberá promover la elaboración de programas de desarrollo urbano para planear y regular la expansión de los asentamientos humanos, regularizar los existentes, evitar invasiones en zonas federales de ciénagas, prever la creación de centros de población, y delimitación de fondos legales y reservas de crecimiento, conforme a la LGAH y la Ley de Asentamientos Humanos del Estado de Yucatán.	CUMPLE — El proyecto cumple con las disposiciones de desarrollo urbano del municipio de Hunucmá, que respaldan la planeación y regulación del desarrollo.
11	La delimitación de terrenos particulares, fuera de zonas urbanas y bienes nacionales concesionados, se realizará garantizando el libre paso de las especies y que no se fragmente el ecosistema, conforme a la LGVS.	CUMPLE — La delimitación de los terrenos no se interpondrá con el libre paso de las especies ni fragmentará el ecosistema existente. El área de conservación y las áreas verdes distribuidas en el fraccionamiento contribuyen a la conectividad del paisaje.
13	El uso recreativo de cavernas, cenotes y manantiales requerirá de una Manifestación de Impacto Ambiental para su funcionamiento.	CUMPLE — El proyecto no implica el uso recreativo de cavernas, cenotes ni manantiales.
25	Los desarrollos urbanos y turísticos sometidos a autorización de la autoridad competente deberán	CUMPLE — Se adjunta al presente MIA el Programa Integral de Manejo de Residuos

Clave	Criterio ecológico — POETCY UGA HUN16-SEL_AP2	Congruencia del proyecto ANTHIA
	contar con un programa integral de manejo de residuos sólidos.	Sólidos del proyecto como documento anexo.
28	Dada la vulnerabilidad del territorio, no se permite la actividad porcícola. No se permite el cultivo de organismos genéticamente modificados (transgénicos). Toda actividad forestal deberá someterse a EIA con programa de manejo autorizado.	CUMPLE — El proyecto no contempla actividades porcícolas ni el cultivo de organismos genéticamente modificados. No implica aprovechamiento forestal.
29	La zona es apta para actividades recreativas de bajo impacto (campismo, ciclismo, rutas interpretativas, observación de fauna y fotografía), con infraestructura de apoyo como senderos, miradores y torres de observación.	CUMPLE — Se estará con lo establecido en este criterio en caso de implementarse actividades recreativas en las áreas verdes y de conservación del fraccionamiento.
35	Conforme al Artículo 122, fracción VI de la LGVS, se prohíbe manejar ejemplares de especies exóticas fuera de UMAs de confinamiento controlado. Solo se permite en casos justificados o de ornato el uso de palma de coco (enano malayo) en la duna costera.	CUMPLE — El proyecto no contempla el manejo de especies exóticas. Las áreas verdes se establecerán preferentemente con especies nativas de la región.
39	La construcción de nuevos caminos, ensanche, cambio de trazo y pavimentación de caminos existentes requerirán EIA conforme a leyes federales y estatales. En carreteras se procurará al menos un 30% de área libre de flujo y obras sobre pilotes y/o puentes en cauces principales de agua.	CUMPLE — Las vialidades internas del fraccionamiento serán construidas con pavimento poroso para favorecer la infiltración del agua pluvial. No se afectan cauces de agua.
40	El uso del fuego deberá considerar las regulaciones de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y la	CUMPLE — No se empleará el uso de fuego en ninguna etapa del proyecto. En caso de ser

Clave	Criterio ecológico – POETCY UGA HUN16-SEL_AP2	Congruencia del proyecto ANTHIA
	Ley de Prevención y Combate de Incendios Agropecuarios y Forestales del Estado de Yucatán.	necesario se aplicará la normativa correspondiente.
41	El aprovechamiento de especies silvestres será compatible con la protección del ecosistema únicamente en UMAs con programa de manejo autorizado por SEMARNAT.	CUMPLE – El proyecto no contempla el aprovechamiento de especies silvestres.
43	La zona es apta para pastoreo abierto de bovinos y ovinos sobre vegetación natural, actividades turísticas de bajo impacto y extracción artesanal de piedra superficial sin maquinaria de perforación. Se restringe la ganadería extensiva en potreros. No se permiten transgénicos.	CUMPLE – El proyecto no implica ninguna de las actividades restringidas referidas en este criterio.
55	No se permiten las descargas de aguas residuales de ningún tipo, según lo dispuesto en el Artículo 121 de la LGEEPA.	CUMPLE – El proyecto utiliza sistemas individualizados de tratamiento de aguas residuales (biodigestores) en cada lote. No habrá descargas de aguas residuales sin tratamiento previo.
57	Los proyectos de construcción de viviendas, desarrollos turísticos, desarrollos urbanos y cualquier edificación sometida a evaluación de la autoridad competente deben incluir sistemas ahorradores de agua y sistemas integrales de tratamiento y disposición de aguas residuales, previendo la separación de aguas grises de las negras.	CUMPLE – El proyecto implementa un sistema individual de tratamiento de aguas residuales en cada lote (biodigestor), cuyo manejo y funcionamiento será responsabilidad de los futuros propietarios.
58	Se restringe el uso de fertilizantes químicos, herbicidas, defoliantes, pesticidas y se deberá fomentar el uso de productos ambientalmente	CUMPLE – El proyecto no implica el uso de fertilizantes químicos, herbicidas ni

Clave	Criterio ecológico – POETCY UGA HUN16-SEL_AP2	Congruencia del proyecto ANTHIA
	compatibles para el control integral de plagas, enfermedades o control biológico.	pesticidas en ninguna de sus etapas.
60	Se recomienda que las autoridades correspondientes, antes de otorgar autorizaciones para la construcción de rellenos sanitarios y estaciones de transferencia, sometan a minuciosa valoración los resultados de estudios hidrológicos, de mecánica de suelos y geofísicos.	CUMPLE – El proyecto no contempla la construcción de rellenos sanitarios ni estaciones de transferencia. Los residuos generados se dispondrán en el relleno sanitario municipal de Hunucmá.
62	No se permite el establecimiento de sitios de disposición final de residuos sólidos o líquidos en entradas de cuevas, grutas o en la ribera de cenotes, ni en las inmediaciones de estas, a distancias menores de 100 m.	CUMPLE – El proyecto no contempla sitios de disposición final de residuos a menos de 100 m de cuevas, grutas o cenotes. Se adjunta el Plan de Manejo de Residuos como Anexo.

Tabla III-3. Análisis de congruencia del proyecto ANTHIA con los criterios ecológicos de la UGA HUN16-SEL_AP2 del POETCY.

Con base en el análisis anterior, se concluye que el proyecto "ANTHIA" es CONGRUENTE con todos los criterios ecológicos aplicables de la UGA HUN16-SEL_AP2 del POETCY. El uso No.25 (Desarrollos Inmobiliarios) es un uso actual y compatible en esta UGA, y el proyecto cumple con el total de los criterios ecológicos que le son aplicables.

III.4 VINCULACIÓN CON LAS NORMAS OFICIALES MEXICANAS APLICABLES

NOM	Descripción	Congruencia del proyecto ANTHIA
NOM-001-SEMARNAT-2021 (DOF 11/03/2022) [Cancela NOM-	Establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas	CUMPLE – Las aguas residuales serán tratadas con un sistema de tratamiento de aguas residuales denominado SITAR DLD-14, que

NOM	Descripción	Congruencia del proyecto ANTHIA
001-SEMARNAT-1996]	residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación.	serán instaladas de manera individual por vivienda, como se describe en el capítulo II. No habrá descarga directa a cuerpos de agua nacionales. La NOM aplica como referencia para evaluar la calidad del efluente en caso de revisión.
NOM-003-SEMARNAT-1997 (DOF 21/09/1998)	Establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reusen en servicios al público.	CUMPLE — Las aguas tratadas por los biodigestores podrán reutilizarse únicamente para riego de áreas verdes del fraccionamiento, conforme a los límites de esta NOM.
NOM-041-SEMARNAT-2015 (DOF 10/06/2015) [Cancela NOM-041-SEMARNAT-2006]	Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	CUMPLE — Los vehículos a gasolina utilizados en las etapas de preparación y construcción contarán con verificación vehicular vigente. La empresa arrendadora deberá presentar comprobantes de mantenimiento periódico.
NOM-045-SEMARNAT-2017 (DOF 2018) [Cancela NOM-045-SEMARNAT-2006]	Establece los límites máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel como combustible.	CUMPLE — La maquinaria pesada a diésel (tractor D9, retroexcavadora, camiones de volteo) contará con verificación de opacidad vigente. Se verificará el mantenimiento periódico de todos los equipos.
NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF 30/12/2010)	Protección ambiental — Especies nativas de México de flora y fauna silvestres — Categorías de riesgo.	CUMPLE — El estudio de flora y fauna (Capítulo IV) no registró especies en categoría de riesgo dentro del área de influencia del proyecto. Las áreas verdes con

NOM	Descripción	Congruencia del proyecto ANTHIA
		vegetación nativa contribuyen al mantenimiento del hábitat local.
NOM-080-SEMARNAT-1994 (DOF 13/01/1995)	Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de vehículos automotores en circulación.	CUMPLE — La maquinaria y vehículos operarán dentro de los límites de esta NOM. Las actividades ruidosas se restringirán a horarios diurnos (07:00 a 20:00 hrs) para no interferir con las actividades de las comunidades aledañas.
NOM-081-SEMARNAT-1994 (DOF 13/01/1995)	Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	CUMPLE — Los equipos fijos de construcción (revolvedoras, generadores, compactadoras) operarán dentro de los límites de esta NOM. Se realizará mantenimiento periódico para minimizar la emisión de ruido.

Tabla III-5. Normas Oficiales Mexicanas aplicables y vinculación con el proyecto ANTHIA.

III.5 VINCULACIÓN CON LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL FEDERAL

III.5.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)

Artículo	Contenido	Congruencia del proyecto
Art. 28, fr. IX	Sujeta a EIA la construcción y operación de desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros.	CUMPLE — El proyecto se somete al procedimiento de EIA de la SEMARNAT mediante la presente MIA, Modalidad Particular.
Art. 30	Para obtener la autorización de impacto ambiental, los interesados deberán presentar una MIA que contenga la descripción de los posibles	CUMPLE — La presente MIA contiene la descripción del proyecto, la caracterización ambiental, la identificación de impactos y las medidas de mitigación requeridas.

Artículo	Contenido	Congruencia del proyecto
	efectos en los ecosistemas y las medidas preventivas, de mitigación y compensación.	
Art. 117 – 119	Criterios para la prevención y control de la contaminación del agua. Las aguas residuales urbanas deben recibir tratamiento previo a su descarga.	CUMPLE — El proyecto implementa biodigestores individuales que garantizan el tratamiento de aguas residuales antes de su infiltración al subsuelo.
Art. 121	No se podrán descargar ni infiltrar aguas residuales en los cuerpos receptores sin previa autorización. (Criterio 55 POETCY).	CUMPLE — No habrá descargas de aguas residuales sin tratamiento. Los biodigestores individuales garantizan el tratamiento previo.
Art. 134 – 137	Criterios para la prevención y control de la contaminación del suelo. Prohíbe tiraderos a cielo abierto y disposición inadecuada de residuos.	CUMPLE — El programa de manejo de RSU y RME contempla la disposición final adecuada de todos los residuos generados en el proyecto.
Art. 155 – 157	Criterios para la prevención y control de la contaminación generada por ruido y vibraciones.	CUMPLE — Las actividades constructivas se realizarán en horarios diurnos y toda la maquinaria cumplirá con las NOMs aplicables en materia de ruido (NOM-080 y NOM-081).

Tabla III-6. Vinculación del proyecto ANTHIA con la LGEEPA.

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

Artículo	Contenido	Congruencia del proyecto
Art. 5, inciso Q	Quienes pretendan llevar a cabo construcción y operación de	CUMPLE — Se presenta este documento en

Artículo	Contenido	Congruencia del proyecto
	hoteles, condominios, villas, desarrollos habitacionales y urbanos, restaurantes, instalaciones de comercio y servicios, infraestructura turística o urbana, vías de comunicación, que afecten ecosistemas costeros, requerirán previamente la autorización de la SEMARNAT en materia de impacto ambiental.	cumplimiento al inciso Q del artículo 5 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Impacto Ambiental.
Art. 10	Las MIA deberán presentarse en las modalidades Regional o Particular.	CUMPLE – Se presenta este documento en su modalidad Particular.
Art. 28	Las emisiones de olores, gases, partículas sólidas y líquidas a la atmósfera generadas por fuentes móviles no deberán exceder los niveles máximos permisibles establecidos en las NOM correspondientes.	CUMPLE – Los vehículos y maquinaria utilizados contarán con mantenimiento apropiado y verificación vigente para minimizar las emisiones a la atmósfera.

Tabla III-7. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la LGEEPA en Materia de EIA.

III.5.3 Ley General de Vida Silvestre (LGVS)

La LGVS (DOF 3 de julio de 2000 y sus reformas) establece las disposiciones para la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre. El estudio de flora y fauna del presente MIA no identificó especies en categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 dentro del área de influencia del proyecto. El diseño contempla áreas verdes con vegetación nativa y un área de conservación ecológica que contribuyen al mantenimiento del hábitat. La delimitación del predio garantizará el libre paso de las especies y no fragmentará el ecosistema existente, en cumplimiento del Criterio 11 del POETCY.

III.5.4 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)

Artículo	Contenido	Congruencia del proyecto
Arts. 26, 28	Municipios y grandes generadores están obligados a formular y ejecutar planes de manejo de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.	CUMPLE — Se adjunta al presente MIA el Programa de Manejo Integral de Residuos, que contempla clasificación, almacenamiento, recolección y disposición final.
Arts. 40, 42	Los residuos peligrosos deberán manejarse conforme a la LGPGIR; los generadores podrán contratar empresas autorizadas por SEMARNAT.	CUMPLE — El proyecto no contempla generación de residuos peligrosos. En caso accidental, se contratará empresa autorizada por SEMARNAT para su manejo.
Arts. 99, 100	Los municipios llevarán a cabo la gestión integral de RSU; la legislación estatal podrá prohibir verter residuos en baldíos, cuerpos de agua o cavidades subterráneas, así como incinerar a cielo abierto o abrir tiraderos.	CUMPLE — Los RSU del proyecto serán recolectados y dispuestos en el relleno sanitario municipal. Queda prohibida la quema y disposición informal de residuos en todas las etapas del proyecto.

Tabla III-8. Vinculación del proyecto con la LGPGIR.

III.5.5 Ley de Aguas Nacionales (LAN)

La LAN (DOF 1 de diciembre de 1992 y reformas) regula el aprovechamiento de las aguas nacionales. Para la etapa de operación del proyecto, cada propietario tramitará ante CONAGUA los títulos de concesión para el aprovechamiento de agua subterránea (Arts. 18 y 26 LAN). Las aguas residuales serán tratadas mediante biodigestores individuales antes de su infiltración al subsuelo (Art. 88 BIS LAN). El proyecto acatará el límite de extracción de 16 l/s establecido por el Criterio 7 del POETCY para la UGA HUN16-SEL_AP2, conforme a las autorizaciones que emita CONAGUA.

III.5.6 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)

La LGDFS (DOF 25 de febrero de 2003) regula la conservación y aprovechamiento de ecosistemas forestales. El predio del proyecto presenta vegetación secundaria derivada de selva baja caducifolia, que califica como terreno forestal de conformidad con el Artículo 7, fracción XIX de la LGDFS. Por tanto, se requiere la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales prevista en el

Artículo 93 de la LGDFS. En caso de que cualquier actividad forestal fuese necesaria, se sujetará al Criterio 28 del POETCY que exige EIA y programa de manejo autorizado.

III.6 VINCULACIÓN CON LA LEGISLACIÓN ESTATAL Y MUNICIPAL

III.6.1 Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán

Artículo	Contenido	Congruencia del proyecto
Art. 31	El impacto ambiental de obras no de competencia federal será evaluado por la Secretaría Estatal, con participación de los municipios, cuando produzcan impactos ambientales significativos.	CUMPLE – En cumplimiento a este artículo, se tramita la presente MIA ante SEMARNAT, dado que el proyecto se ubica en zona regulada por el POETCY.
Art. 32, fr. I	Requieren autorización estatal de impacto ambiental la construcción de conjuntos habitacionales, fraccionamientos y nuevos centros de población.	CUMPLE – Se presenta la presente MIA para el trámite de autorización correspondiente.
Art. 95	Las emisiones contaminantes a la atmósfera (humo, polvos, gases, vapores, olores, ruido, vibraciones y energía lumínica) no deberán rebasar los límites máximos permisibles de las NOM vigentes.	CUMPLE – Se solicitará a la empresa arrendadora de maquinaria comprobantes de mantenimiento. No se rebasarán los límites de las NOM aplicables. Las actividades ruidosas se realizarán en horarios diurnos.
Art. 105	Los propietarios o poseedores de vehículos automotores en el territorio de la entidad deberán someterlos a verificación con la periodicidad establecida por el Poder Ejecutivo.	CUMPLE – Se solicitará a la empresa arrendadora de maquinaria y vehículos los comprobantes de verificación vehicular vigente.
Art. 111	La generación de aguas residuales en cualquier actividad conlleva la responsabilidad de su	CUMPLE – Las aguas residuales serán tratadas en letrinas portátiles (etapa construcción) y en biodigestores individuales

Artículo	Contenido	Congruencia del proyecto
	tratamiento previo a su uso, reúso o descarga, conforme a la normativa vigente.	(etapa operación) antes de su disposición final.

Tabla III-9. Vinculación del proyecto con la Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán.

III.6.2 Reglamento de la Ley de Protección al Ambiente del Estado de Yucatán

Artículo	Contenido	Congruencia del proyecto
Art. 13	Los conjuntos habitacionales, desarrollos inmobiliarios y fraccionamientos deberán tener acceso a los servicios de agua potable, drenaje sanitario, alcantarillado, electrificación y alumbrado público, de acuerdo con los proyectos autorizados por las autoridades competentes.	CUMPLE — El desarrollo contará con suministro de electricidad tramitado ante CFE. El suministro de agua potable será por medio de pozos de aprovechamiento con los permisos de CONAGUA. El manejo de aguas residuales se realizará mediante biodigestores individuales.
Art. 15, fr. I	La vegetación no forestal derivada de la remoción de suelos en actividades relacionadas con conjuntos habitacionales y desarrollos inmobiliarios deberá ser triturada y dispuesta conforme al Art. 207 del Reglamento.	CUMPLE — La vegetación removida durante el desmonte y despalme será triturada y reutilizada como material de relleno o dispuesta en sitio autorizado, conforme a lo establecido en este artículo.
Art. 15, fr. VI	Incorporar sistemas de generación de energía en sitio y de abastecimiento remoto con una capacidad de por lo menos 5% de la energía necesaria para iluminar áreas públicas y vialidades.	CUMPLE — El proyecto contemplará sistemas de generación de energía para el alumbrado de áreas comunes conforme a este requerimiento, a cargo de la administración del fraccionamiento.
Art. 134	Las emisiones de cualquier tipo de contaminante de la atmósfera no deberán exceder los niveles máximos permitidos,	CUMPLE — La maquinaria y equipos utilizados en todas las etapas del proyecto cumplirán con los límites de las NOM-041-

Artículo	Contenido	Congruencia del proyecto
	por tipo de contaminante o por fuente de contaminación, conforme a las NOM aplicables.	SEMARNAT-2015 y NOM-045-SEMARNAT-2017 aplicables.

Tabla III-10. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley de Protección al Ambiente del Estado de Yucatán.

III.6.3 Ley de Desarrollos Inmobiliarios del Estado de Yucatán (LDIEY)

La Ley de Desarrollos Inmobiliarios del Estado de Yucatán (LDIEY) regula la constitución, modificación y operación de los desarrollos inmobiliarios en el estado.

Artículo LDIEY	Contenido	Congruencia del proyecto
Art. 9	En los Desarrollos Inmobiliarios la superficie mínima del Lote Unifamiliar será de 7.00 metros de frente y 133 m² de extensión; en lotes de esquina o cabeceros el frente y la superficie se incrementarán en función del diseño de los chaflanes.	CUMPLE — El diseño del fraccionamiento ANTHIA considera un promedio de lote de ~349 m², superando ampliamente el mínimo de 133 m² establecido por este artículo.
Art. 11	Todos los Lotes de un Desarrollo Inmobiliario, sin excepción, deberán colindar directamente con la vía pública.	CUMPLE — El diseño del proyecto garantiza que todos los lotes habitacionales colinden con las vialidades del fraccionamiento, conforme a lo establecido en este artículo.
Art. 12	En los Desarrollos Inmobiliarios la distancia máxima entre dos vialidades será de 150 metros.	CUMPLE — El diseño vial del proyecto respetará la distancia máxima de 150 metros entre vialidades establecida en este artículo.
Art. 18	Para el caso de inmuebles donde existan áreas de patrimonio natural, arqueológico, histórico o	CUMPLE — El proyecto incluye un área de conservación ecológica (4,816.92 m²) que garantiza la

Artículo LDIEY	Contenido	Congruencia del proyecto
	cultural, el desarrollador inmobiliario deberá enajenarlas a título gratuito a la autoridad que corresponda.	preservación de los elementos naturales del predio.
Art. 109	Todos los Desarrollos Inmobiliarios deberán contar con Área de Destino (Equipamiento Urbano + Infraestructura Urbana + Áreas verdes), que nunca podrá ser menor al 10% del Área bruta.	CUMPLE — El 33.5% del predio es Área de Destino (vialidades 26.14% + áreas verdes 6.21% + conservación 1.00%), superando ampliamente el mínimo del 10% requerido.

Tabla III-11. Vinculación del proyecto ANTHIA con la Ley de Desarrollos Inmobiliarios del Estado de Yucatán.

III.6.4 Reglamento de la Ley de Desarrollos Inmobiliarios del Estado de Yucatán (RLDIEY)

Artículo RLDIEY	Contenido	Congruencia del proyecto
Art. 26	Para el diseño de la estructura vial de un Desarrollo Inmobiliario se deberá respetar la clasificación y jerarquía establecida en este artículo.	CUMPLE — El diseño de vialidades del proyecto respetará la clasificación y jerarquía vial establecida para la zona donde se ubica el predio.
Art. 28	Los desarrollos inmobiliarios se integrarán a la escritura vial existente, en cuanto a la sección de las vialidades y las banquetas, según lo determina la Dirección.	CUMPLE — Las vialidades del fraccionamiento se integrarán a la red vial existente de Hunucmá, conforme al acceso desde la carretera Hunucmá-Sisal.
Art. 44	Al momento de solicitar la Autorización de Constitución del Desarrollo Inmobiliario, se deberá contar con todas las factibilidades y demás requisitos establecidos en este artículo.	CUMPLE — La presente MIA es uno de los requisitos adicionales para la Autorización de Constitución.

Artículo RLDIEY	Contenido	Congruencia del proyecto
Arts. 90 y 132	Condiciones específicas para el diseño y construcción de vialidades y servicios en el desarrollo inmobiliario, conforme a las condiciones particulares determinadas por la Dirección de Desarrollo Urbano.	CUMPLE – El proyecto se apegará a lo establecido en los artículos 90 y 132 del RLDIEY.
Art. 137	Los desarrolladores inmobiliarios deberán contar previamente con el permiso de la autoridad municipal para iniciar la promoción de venta, en el cual se observe el número y fecha de la autorización de constitución del Desarrollo Inmobiliario.	CUMPLE – El proyecto cumple con las disposiciones establecidas para desarrolladores inmobiliarios, y se solicitarán los permisos correspondientes ante el H. Ayuntamiento.

Tabla III-12. Vinculación del proyecto ANTHIA con el Reglamento de la Ley de Desarrollos Inmobiliarios del Estado de Yucatán.

III.6.5 Ley de Asentamientos Humanos del Estado de Yucatán

La Ley de Asentamientos Humanos del Estado de Yucatán regula la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población en el estado. La Licencia señala que el uso del suelo queda condicionado a que el Departamento de Desarrollo Urbano municipal cuente con la Manifestación de Impacto Ambiental expedida por SEMARNAT, siendo el presente estudio el instrumento para dar cumplimiento a dicha condición.

III.7 Vinculación con otros instrumentos normativos

Áreas Naturales Protegidas

El proyecto no se ubica en ninguna Área Natural Protegida Federal o Estatal, tal como se puede observar en la figura siguiente.

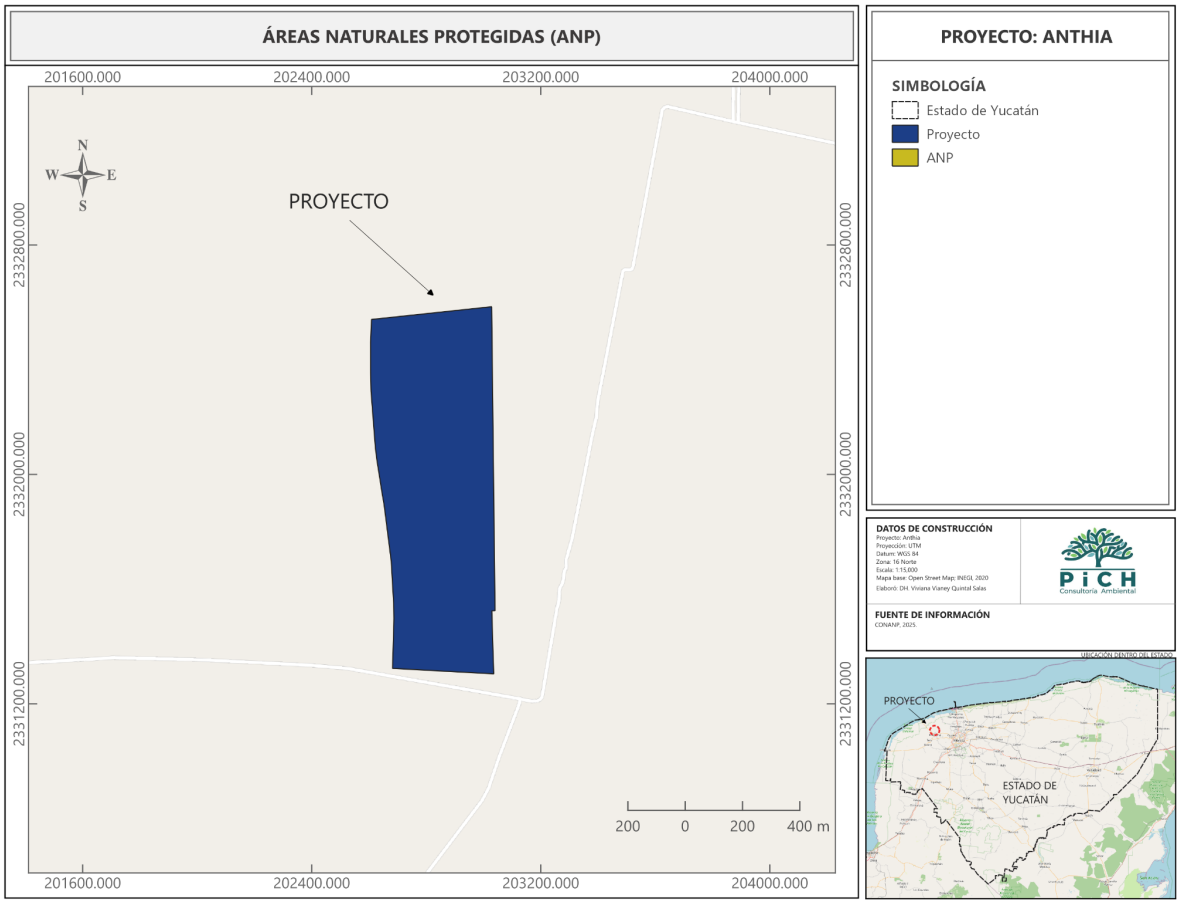


Figura IV.4 Ubicación del proyecto con respecto a las Áreas Naturales Protegidas

Regiones Hidrológicas Prioritarias

El proyecto se ubica dentro de la Región Hidrológica Prioritaria numerosos 102, denominada Anillo de Cenotes (ver figura de ubicación). Esta RHP cuenta con un clima seco muy cálido, semiseco semicálido y cálido subhúmedo, todos con lluvias en verano. Temperatura promedio anual 24-28 oC. La precipitación total anual es de 400-1100 mm. Los Vientos Alisios del SE. Frecuente ocurrencia de huracanes entre junio y diciembre.

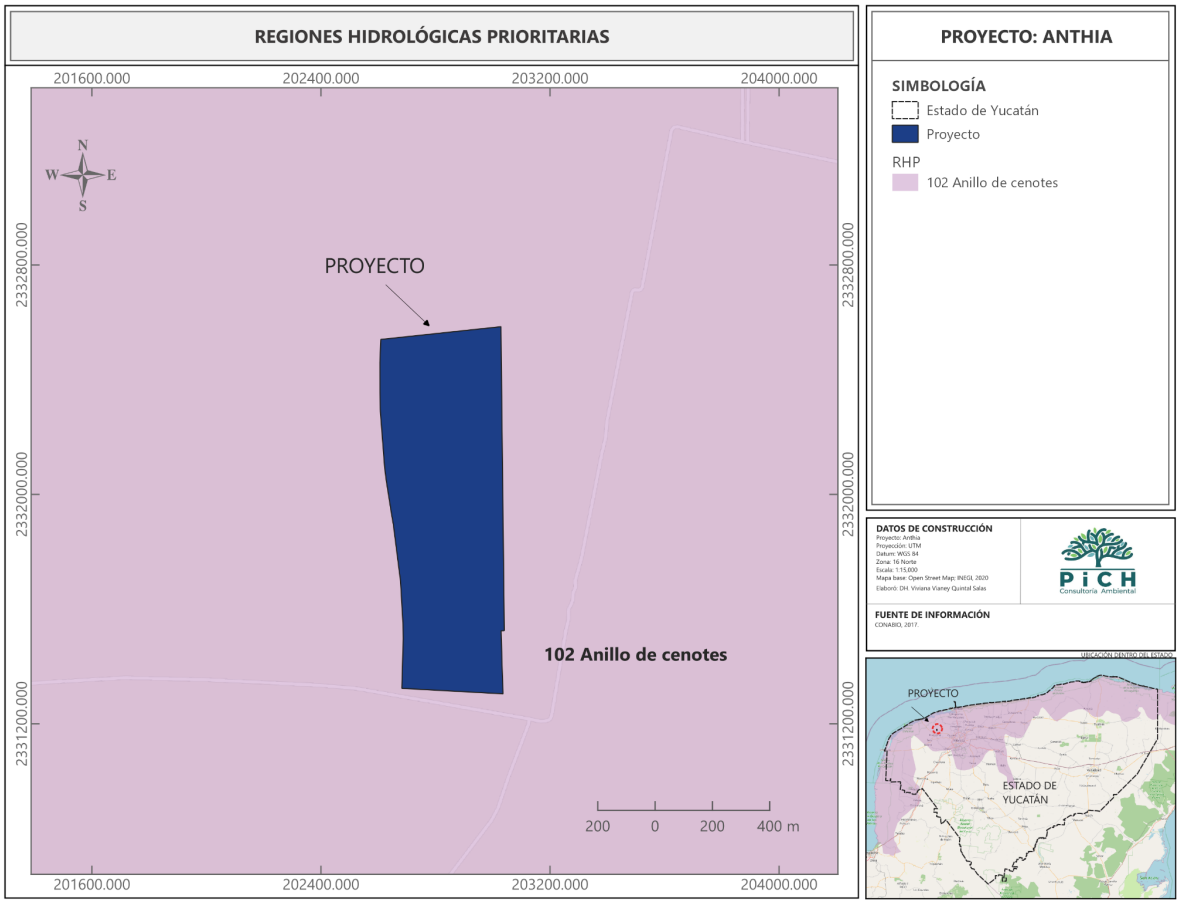


Figura IV.5 Ubicación del proyecto con respecto a las Regiones Hidrológicas Prioritarias

Los principales poblados son Campeche, Sisal, Umán, Mérida, Tizimín, Motul, Progreso, Ría Lagartos, Dzilam, Celestún. Las principales actividades económicas principales: pesca, agricultura, avicultura, ganadería y turismo, extracción de madera y sal, apicultura y cacería.

Problemática:

- Modificación del entorno: extracción inmoderada de agua y desforestación. Pérdida de la vegetación, sobrepastoreo, destrucción de dunas costeras por efecto de la industria salinera, construcción de carreteras, bordos y diques, azolve, desecación y desarrollo de infraestructura portuaria. Incendios producidos por prácticas de tumba, roza y quema y actividad ganadera. Crecimiento urbano que ocasiona relleno de zonas inundables y destrucción del manglar.

- Contaminación: por materia orgánica y metales pesados. Escurrimientos agrícolas con agroquímicos y aguas negras. Contaminación del manto freático. En Mérida: residuos orgánicos y patógenos (contaminación urbana e industrial).

- Uso de recursos: petróleo, termoeléctrica, cacería furtiva, pesca ribereña y artesanal de camarón, bagre *Arius melanopus*, mojarra *Calamus campechanus*, jurel *Caranx* sp., robalo *Centropomus undecimalis*, corvinas *Cynoscion arenarius* y *C. nebulosus,* mero *Epinephelus morio*, huachinango *Lutjanus campechanus*, lisa *Mugil* sp., pulpo *Octopus maya* y *O. vulgaris*, langosta *Panulirus argus*, carito *Scomberomorus cavalla, S. maculatus*, *Seriola* sp. y caracol *Strombus gigas*; acuicultura, agricultura, ganadería, apicultura y ecoturismo. Producción de sal y cultivos de palma de coco.

Conservación: preocupa la extracción inmoderada de agua, la modificación de los flujos de agua y la contaminación de las aguas subterráneas. Se requiere del control de contaminantes en Mérida y en los cenotes. Se requieren, también, de estudios de microtopografía de las cuencas, gasto en petenes y listas de vegetación acuática e insectos. Conservación Internacional y la Convención de Ramsar señalan a Ría Lagartos como humedal prioritario por ser un sistema complejo de pequeños estuarios, lagunas costeras hipersalinas, manglares y una barra de dunas de arena. Comprende la reserva estatal de Dzilam, las Reservas Especiales de la Biosfera Ría Celestún y Ría Lagartos y el Parque Nacional Dzilbilchaltún.

Grupos e instituciones: El Colegio de la Frontera Sur; PRONATURA; Centro de Investigación y Estudios Avanzados, IPN; Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Instituto de Geografía, UNAM; Universidad Autónoma de Yucatán; Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán; DUMAC; Comisión Nacional del Agua, SEMARNAP; YUMBALAM, A.C.; BIOCENOSIS; Instituto Nacional de Antropología e Historia.

Vinculación con el proyecto. El proyecto no contribuirá al crecimiento de la problemática que se presenta en esta RHP, por lo que no contraviene lo establecido en la política de las Regiones Hidrológicas Prioritarias.

Regiones Marinas Prioritarias

El proyecto se ubica en la Región Marina Prioritaria número 61 Sisal-Dzilam (Ver figura de ubicación). En esta RMP, el clima es cálido subhúmedo a semiárido con lluvias en verano. Alta precipitación y evaporación. Temperatura media anual 22-26°C. Ocurren huracanes, nortes. La Geología: consiste en la placa de Norteamérica, con rocas sedimentarias (fondos calcáreos). Esta RMP contiene zonas costeras con dunas, petenes, que no están presentes en el área del proyecto. Su oceanografía presenta surgencias pequeñas pero permanentes. Oleaje medio. Hay enriquecimiento de nutrientes, turbulencia. La Biodiversidad incluye moluscos, poliquetos, equinodermos, crustáceos, tortugas, peces, aves, mamíferos marinos,

manglares, vegetación costera. Hay endemismo de plantas fanerógamas, peces y moluscos (Melongena spp). Es zona de anidación de aves, de alimentación para tortugas (caguama Caretta caretta) y manatí, de crianza, refugio y reproducción para peces (Rachycentron canadus, Lutjanus campechanus), cocodrilos y cacerolita.

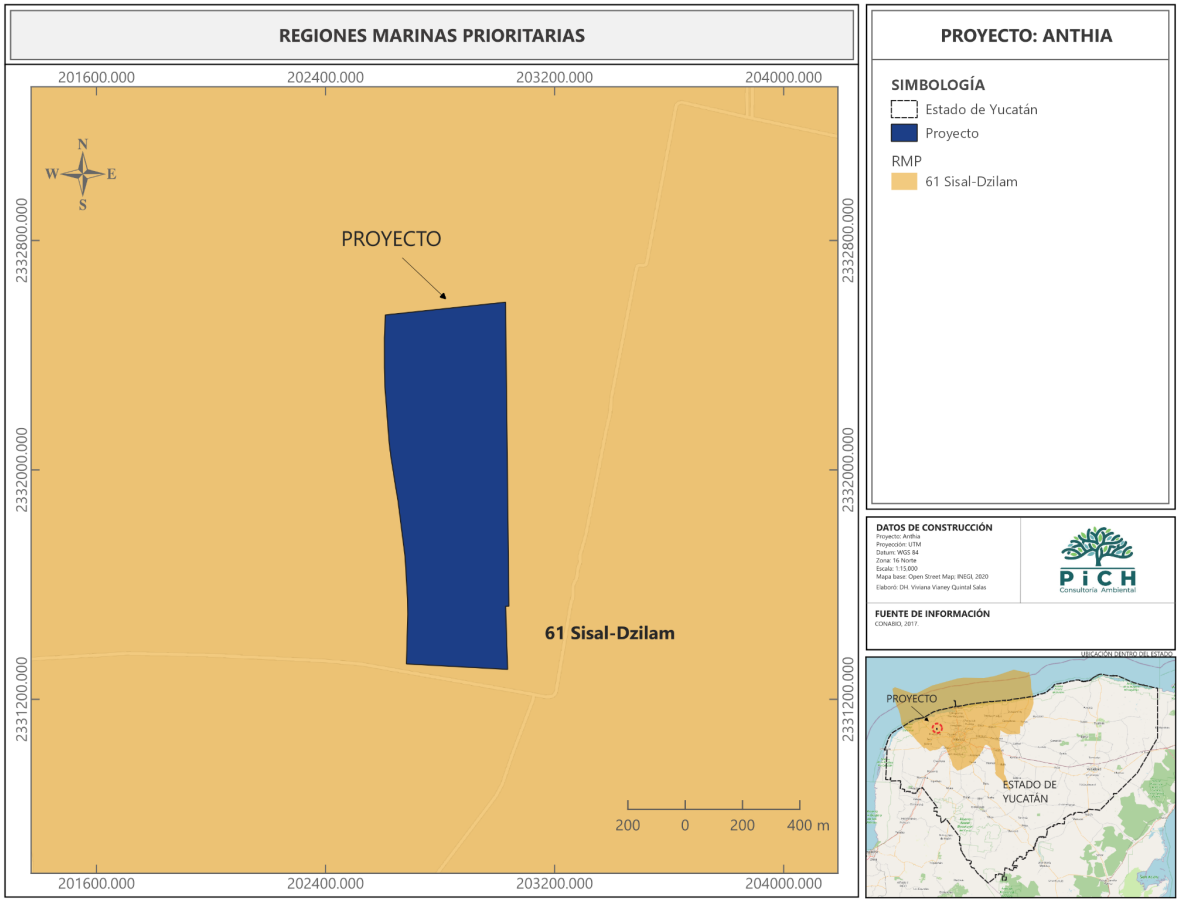


Figura IV.6 Ubicación del proyecto con respecto a las Regiones Marinas Prioritaria

Aspectos económicos: potencial turístico creciente. Zona de pesca intensa organizada en sindicatos, cooperativas y libres, con explotación de crustáceos (Farfantepenaeus duorarum, F. setiferus, Menippe mercenaria) y peces (sierra, pargo, huachinango, robalo, mero, cherna, cobia). Hay explotación petrolera, agrícola y de recursos minerales.

Problemática:

- Modificación del entorno: daño al ambiente por remoción de pastos marinos, arrastres camaroneros y perturbación de fondos, así como por embarcaciones en general y por asentamientos irregulares.

- Contaminación: por descargas de petróleo, agroquímicos (escurrimientos agrícolas), basura y aguas negras.
- Uso de recursos: presión sobre crustáceos y peces (pesca intensiva). Hay pesca ilegal, tráfico de especies y saqueo de huevos de tortuga.

Conservación: se considera que por su actividad pesquera intensiva y su potencial turístico creciente, debe elaborarse un programa de manejo de recursos, monitoreo y conservación de zonas naturales (de crianza, migración, reproducción, anidación, etc.).

Grupos e instituciones: INP (CRIP-Yucalpetén), IPN (Cinvestav), CICY, UAY.

Vinculación con el proyecto. El proyecto no contribuirá al incremento o desarrollo de la problemática descrita para esta RMP. Por esta razón, cumple con la política establecida para las RMP de la CONABIO.

Regiones Terrestres Prioritarias

El proyecto no se encuentra dentro de ninguna Región Terrestre Prioritaria delimitada por la CONABIO, por lo cual no es aplicable esta zonificación.

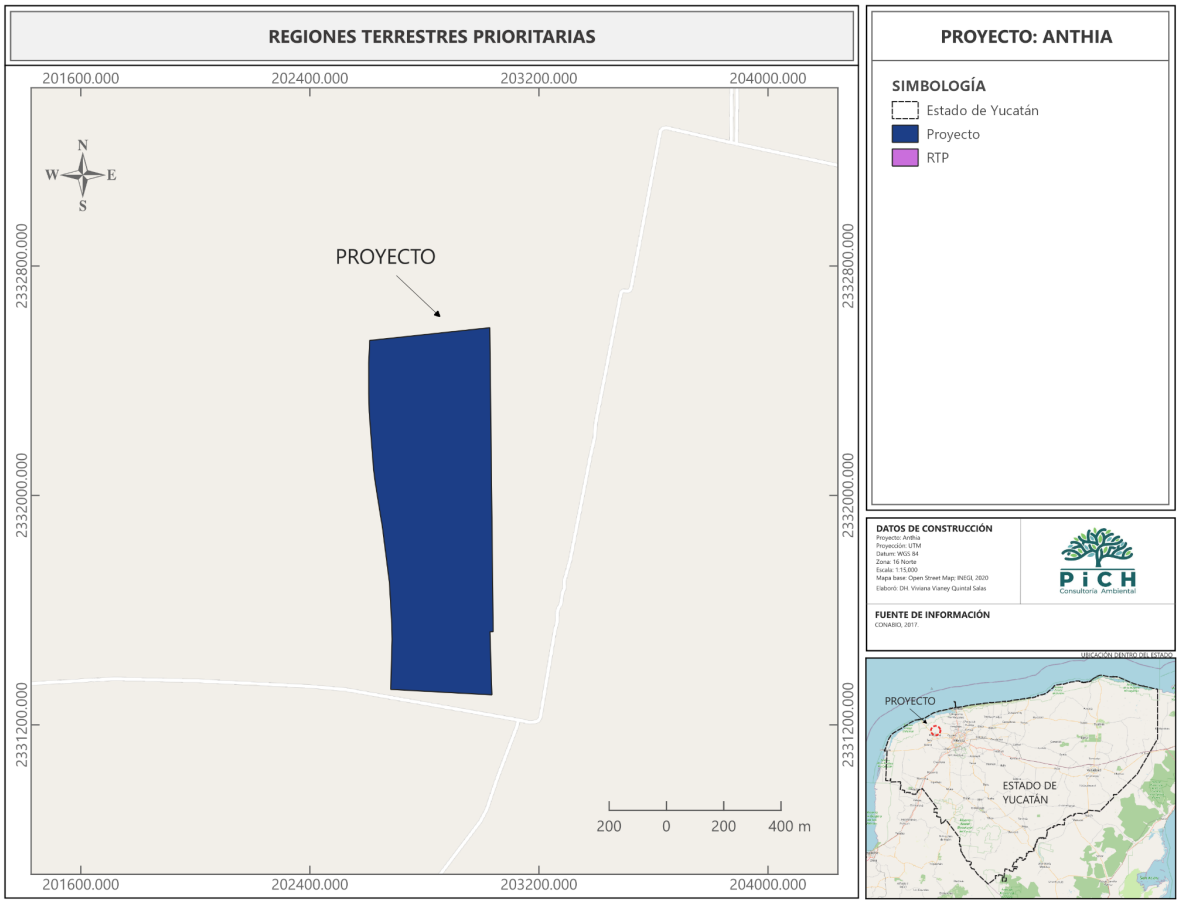


Figura IV.7 Ubicación del proyecto con respecto a las Regiones Terrestres Prioritarias

Áreas de Importancia para la conservación de las aves

El proyecto no se ubica en ninguna de las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves delimitadas por la CONABIO, por lo que esta zonificación no le es aplicable.

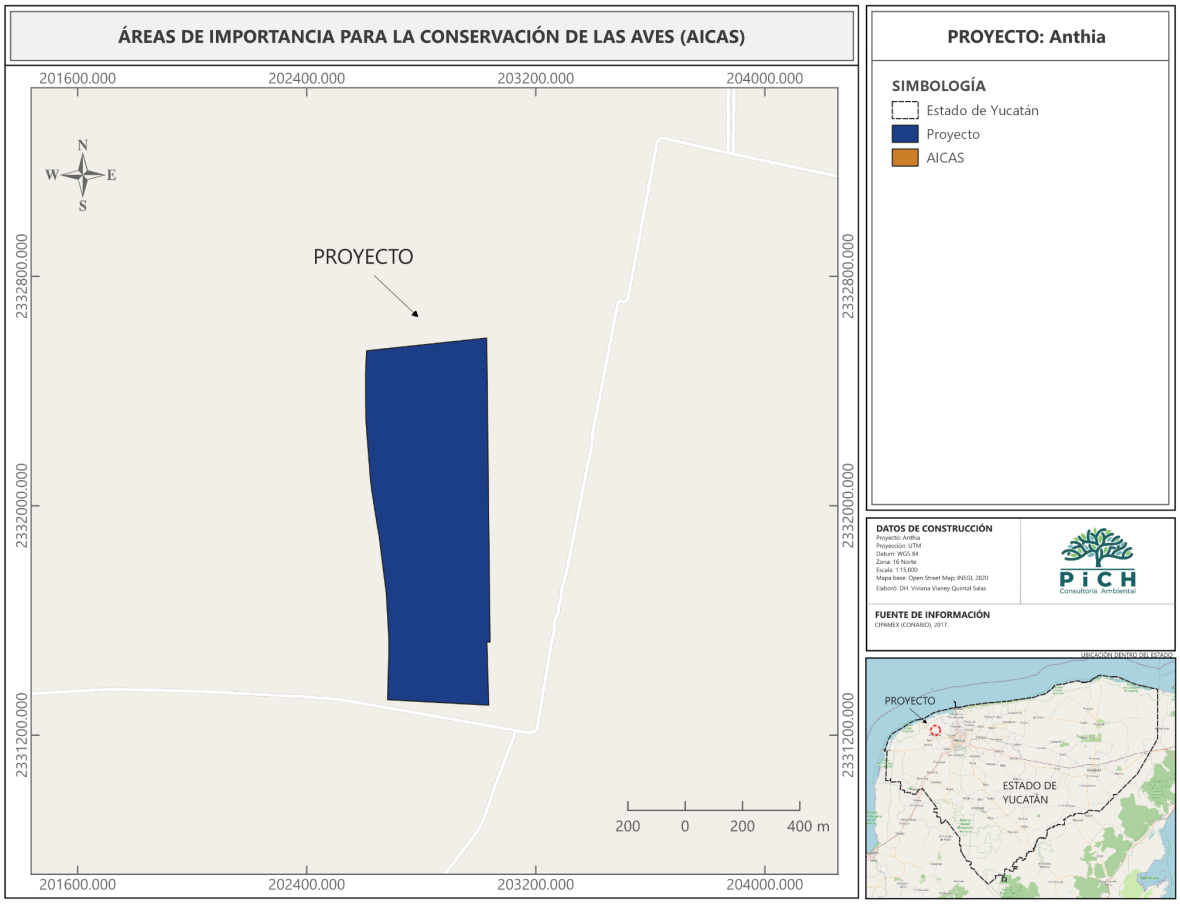


Figura IV.8 Ubicación del proyecto con respecto a las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves

Sitios RAMSAR

El proyecto no se ubica en ninguno de los sitios establecidos por la convención RAMSAR, por lo que no le es aplicable esta zonificación.

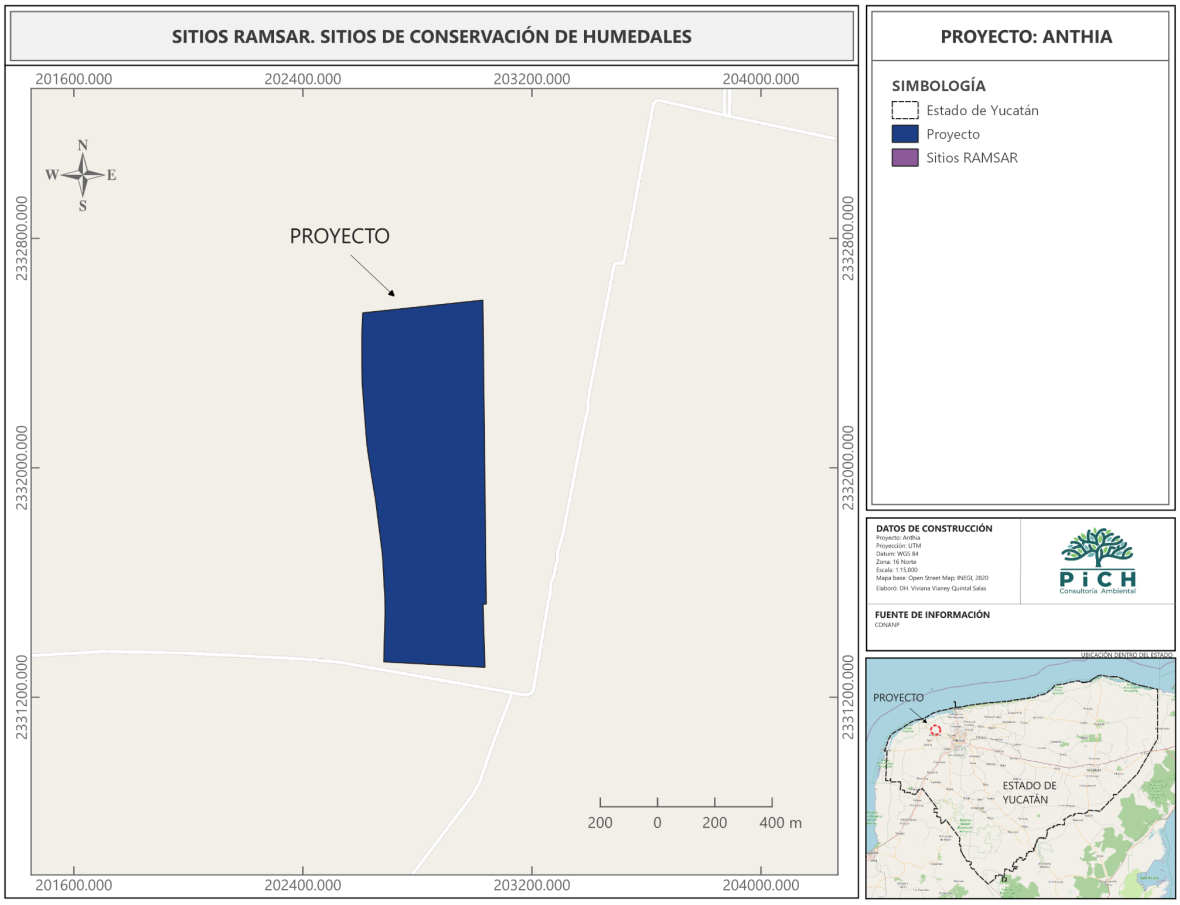


Figura IV.8 Ubicación del proyecto con respecto a los sitios de la Convención RAMSAR

III.8 SÍNTESIS DE LA VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS

La siguiente tabla resume la vinculación del proyecto ANTHIA con la totalidad de los instrumentos jurídicos y normativos analizados en el presente capítulo:

Instrumento / Ordenamiento	Tipo	Resultado
PLANES Y PROGRAMAS DE DESARROLLO		
Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030	Federal	COMPATIBLE

Instrumento / Ordenamiento	Tipo	Resultado
Programa Sectorial de Medio Ambiente 2020-2024	Federal	COMPATIBLE
Plan Estatal de Desarrollo Yucatán 2018-2024	Estatal	COMPATIBLE
Plan Municipal de Desarrollo Hunucmá	Municipal	COMPATIBLE
ORDENAMIENTOS ECOLÓGICOS		
POETY 2023 — UGA 034-REST-MER (Decreto 692/2023)	Estatal	CONGRUENTE — Uso AH Condicionado cumplido
POETCY — UGA HUN16-SEL_AP2 (Decreto 160/2014)	Estatal	CONGRUENTE — Uso #25 Compatible; 17 criterios cumplidos
NORMAS OFICIALES MEXICANAS		
NOM-001-SEMARNAT-2021 (aguas residuales — cuerpos nacionales)	Federal	CUMPLE
NOM-003-SEMARNAT-1997 (aguas residuales tratadas — reúso)	Federal	CUMPLE
NOM-041-SEMARNAT-2015 (emisiones vehículos gasolina)	Federal	CUMPLE
NOM-045-SEMARNAT-2017 (emisiones vehículos diésel)	Federal	CUMPLE
NOM-059-SEMARNAT-2010 (especies en riesgo)	Federal	CUMPLE — Sin especies NOM-059 en el área
NOM-080-SEMARNAT-1994 (ruido vehículos)	Federal	CUMPLE

Instrumento / Ordenamiento	Tipo	Resultado
NOM-081-SEMARNAT-1994 (ruido fuentes fijas)		
LEGISLACIÓN FEDERAL		
LGEEPA (Arts. 28 fr. IX; 30; 117-121; 134-137; 155-157)	Federal	CUMPLE
Reglamento LGEEPA en Materia de EIA (Arts. 5-Q; 10; 28)	Federal	CUMPLE
Ley General de Vida Silvestre	Federal	CUMPLE — Sin especies NOM-059; conectividad garantizada
LGPGIR (Arts. 26, 28, 40, 42, 99, 100)	Federal	CUMPLE — Programa de manejo de RSU/RME incluido
Ley de Aguas Nacionales (Arts. 18, 26, 88 BIS)		
Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable	Federal	CUMPLE — con vegetación forestal; requiere CUS forestal
LEGISLACIÓN ESTATAL Y MUNICIPAL		
Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán (Arts. 31, 32, 95, 105, 111)	Estatal	CUMPLE
Reglamento de la LPAMEY (Arts. 13, 15, 134)	Estatal	CUMPLE
Ley de Desarrollos Inmobiliarios del Estado de Yucatán (Arts. 9, 11, 12, 18, 109)	Estatal	CUMPLE — Área de Destino 33.5% >> mínimo 10%
Reglamento de la LDIEY (Arts. 26, 28, 44, 90, 132, 137)	Estatal	CUMPLE

Instrumento / Ordenamiento	Tipo	Resultado
Ley de Asentamientos Humanos del Estado de Yucatán	Estatal	CUMPLE — Licencia de Uso de Suelo emitida

Tabla III-13. Síntesis de la vinculación del proyecto ANTHIA con los ordenamientos jurídicos aplicables.

Con base en el análisis integral desarrollado en el presente capítulo, se concluye que el proyecto "ANTHIA" es CONGRUENTE Y COMPATIBLE con la totalidad de los instrumentos jurídicos, normativos y de planeación aplicables en los ámbitos federal, estatal y municipal. El proyecto no contraviene ninguno de los ordenamientos analizados y contempla las medidas necesarias para asegurar su cumplimiento durante todas las etapas de desarrollo, construcción y operación.

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD PARTICULAR

CAPÍTULO IV

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

PROYECTO:

"ANTHIA"

PICH CONSULTORÍA AMBIENTAL

Junio 2026

CONTENIDO

CONTENIDO 2
CAPÍTULO IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO 3
IV.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO 3
IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL 4
IV.2.1 Aspectos Abióticos 4
IV.2.1.1 Clima 4
IV.2.1.2 Intemperismos climáticos severos 6
IV.2.1.3 Geología y geomorfología 7
IV.2.1.4 Suelos 7
IV.2.1.5 Hidrología 8
IV.2.2 Aspectos Bióticos 10
IV.2.2.1 Vegetación — Caracterización florística del área del proyecto 10
IV.2.2.1.1 Metodología de muestreo 10
IV.2.2.1.2 Resultados florísticos 11
IV.2.2.2 Fauna — Caracterización faunística del área del proyecto 15
IV.2.2.2.1 Metodología de muestreo faunístico 15
IV.2.2.2.2 Resultados faunísticos 16
IV.2.2.3 Paisaje 20
IV.2.3 Aspectos Socioeconómicos 21
IV.2.3.1 Localización y características generales del municipio 21
IV.2.3.2 Demografía 21
IV.2.3.3 Vivienda y urbanización 22
IV.2.3.4 Salud y seguridad social 23
IV.2.3.5 Educación 24
IV.2.3.6 Aspectos económicos 25
IV.3 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL 26
IV.3.1 Síntesis del diagnóstico ambiental 26
IV.3.2 Problemática ambiental prioritaria 28

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

En el presente capítulo se describen y analizan los componentes del sistema ambiental que conforman el entorno del área de influencia del proyecto "DENOMINADO ANTHIA". El análisis abarca los componentes abióticos, bióticos y socioeconómicos del área de estudio, con la finalidad de caracterizar el estado actual del sistema ambiental y detectar la problemática ambiental preexistente en el área de influencia del proyecto.

IV.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio comprende el predio del proyecto y su zona de influencia

IV.1.1 Criterios metodológicos

El Sistema Ambiental (SA) se define como el territorio que potencialmente puede ser afectado de manera directa o indirecta por los componentes, acciones y actividades del proyecto de desarrollo inmobiliario (Juárez-Palacios, Chacón-Hernández, Pasquetti-Hernández, Alafita-Vazquez y Rojas-Galaviz, 2006). Conforme a los lineamientos de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) para la elaboración de Manifestaciones de Impacto Ambiental en Modalidad Particular, el SA está conformado por la suma de la Zona de Influencia Directa y la Zona de Influencia Indirecta.

La delimitación del SA se llevó a cabo con base en la relación causa-efecto que generan los impactos ambientales previstos, como consecuencia de la interacción de las acciones del proyecto sobre cada uno de los factores ambientales presentes en el área de estudio (Conesa, 2003):

Zona de Influencia Directa (ZID): superficie en la que se generan impactos ambientales de tipo directo, cuya repercusión tiene consecuencia directa en alguno de los factores ambientales.

Zona de Influencia Indirecta (ZII): superficie que no es transformada por la acción directa del proyecto, pero que recibe los efectos indirectos derivados de algún impacto primario, actuando como una acción de segundo orden.

El carácter y la relevancia de los impactos sobre la población, la estructura socioeconómica, el medio construido y el medio natural, dependen tanto del tipo y magnitud del proyecto como de la compleja red de interacciones entre los componentes de los subsistemas involucrados.

IV.1.2 Zona de Influencia Directa (ZID)

La ZID corresponde al polígono total del predio objeto del presente proyecto, integrado por cinco fracciones catastrales del Ejido Hunucmá, Municipio de Hunucmá, Yucatán (Uso: Solar; Clase: Rústico). En virtud de que el proyecto no contempla ninguna obra civil, desmonte, construcción de infraestructura ni modificación física del terreno, los impactos ambientales directos se circunscriben en su totalidad al área del predio.

Cuadro IV-1. Superficie de las fracciones catastrales que conforman la ZID.

Fracción	Superficie (m^2)	Superficie (has-as-cas)	Posición relativa
Fracción 1	82,488.48	8-24-88.48	Más al sur
Fracción 2	89,945.35	8-99-45.35	
Fracción 3	97,037.75	9-70-37.75	
Fracción 4	104,377.16	10-43-77.16	
Fracción 5	110,570.73	11-05-70.73	Más al norte
TOTAL	484,419.47	48-44-19.47	

La superficie total de la ZID es de 48.46 ha (484,419.47 m^2). El polígono tiene una orientación predominante norte-sur, con una extensión longitudinal aproximada de 1,280 m y un ancho variable de 330 a 430 m. Los vértices del polígono de la ZID se presentan en el Cuadro IV-2.

Cuadro IV-2. Vértices del polígono de la Zona de Influencia Directa (ZID) – Sistema UTM Zona 16N, Datum WGS84.

V	X (m)	Y (m)	Latitud (°N)	Longitud (°W)
1	203,032.58	2,331,392.74	21.059476	89.857661
2	203,028.76	2,331,524.90	21.060668	89.857720
3	203,039.91	2,331,525.32	21.060674	89.857613
4	203,028.22	2,332,584.95	21.070234	89.857908
5	202,608.81	2,332,540.55	21.069766	89.861933
6	202,605.52	2,332,460.46	21.069042	89.861951
7	202,605.63	2,332,357.07	21.068109	89.861932
8	202,606.98	2,332,296.82	21.067566	89.861908
9	202,607.26	2,332,289.22	21.067497	89.861904
10	202,622.25	2,332,093.22	21.065731	89.861726
11	202,627.67	2,332,049.65	21.065339	89.861667
12	202,646.30	2,331,931.47	21.064275	89.861467
13	202,652.57	2,331,895.50	21.063952	89.861401
14	202,677.68	2,331,697.25	21.062167	89.861125
15	202,686.10	2,331,550.27	21.060842	89.861019
16	202,687.03	2,331,497.64	21.060367	89.861001

V	X (m)	Y (m)	Latitud (°N)	Longitud (°W)
17	202,682.31	2,331,324.03	21.058799	89.861016
18	202,684.10	2,331,323.94	21.058799	89.860999
19	203,015.01	2,331,306.08	21.058691	89.857815
20	203,024.99	2,331,305.54	21.058688	89.857719
21	203,035.55	2,331,304.97	21.058685	89.857617

IV.1.3 Zona de Influencia Indirecta (ZII)

La ZII se determinó mediante la generación de un buffer de 500 m alrededor del perímetro de la ZID. Este criterio de 500 m es congruente con la escala y naturaleza de los impactos indirectos previstos para un proyecto de fraccionamiento para venta de lotes sin obra civil, los cuales se identifican como:

a) Presión inmobiliaria sobre predios colindantes del Ejido Hunucmá, derivada del interés de mercado generado por la comercialización de los lotes.

b) Incremento potencial en el tráfico vehicular en las vialidades de acceso al predio (Camino Blanco y ramales derivados).

c) Inducción de procesos de cambio de uso de suelo en el entorno inmediato, como efecto de la valorización de la zona.

d) Efectos de fragmentación y efecto de borde sobre las comunidades vegetales secundarias (acahual, selva baja caducifolia degradada) presentes en los predios adyacentes.

Los límites cardinales de la ZII se establecen conforme al Cuadro IV-3.

Cuadro IV-3. Límites cardinales de la Zona de Influencia Indirecta (ZII).

Límite	Referencia geográfica
Norte	500 m al norte del límite de la Fracción 5 (dentro de Ejido Hunucmá)
Sur	500 m al sur del límite de la Fracción 1 (hacia localidad de Hunucmá)
Este	500 m al este del lindero TAB-71/151-152
Oeste	500 m al oeste del lindero TAB-73/74 (~880 m antes de Camino Blanco)

Las áreas de influencia se muestran delimitadas en la figura siguiente:

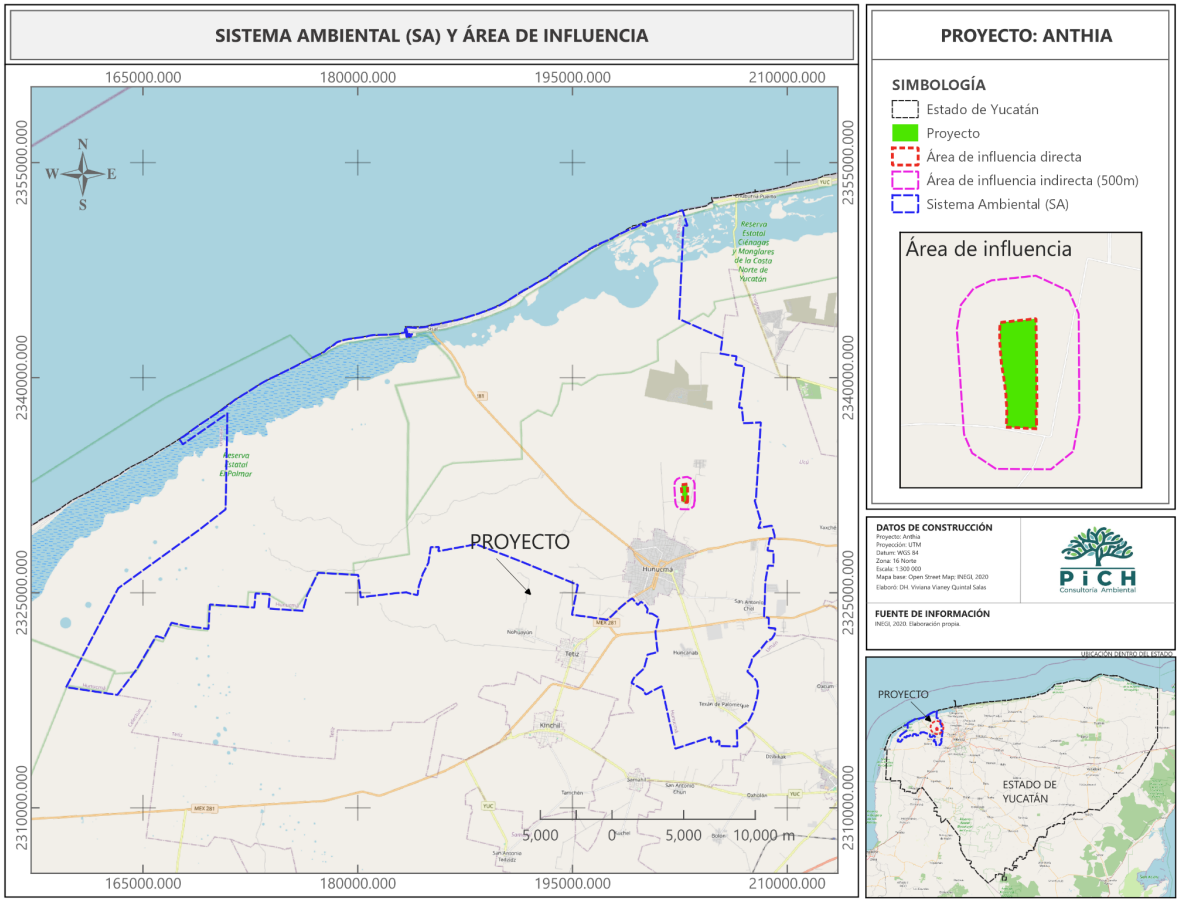


Figura IV.1 Delimitación de las áreas de influencia del proyecto

Cuadro IV-4. Vértices del polígono del Sistema Ambiental (SA, buffer 500 m simplificado) – Sistema UTM Zona 16N, Datum WGS84.

V	X (m)	Y (m)	Latitud (°N)	Longitud (°W)
1	203,531.58	2,331,434.52	21.059934	89.852871
2	203,461.40	2,331,042.96	21.056389	89.853478
3	203,200.55	2,330,832.98	21.054452	89.855949
4	202,560.10	2,330,839.20	21.054404	89.862107
5	202,283.77	2,331,022.10	21.056010	89.864795
6	202,189.17	2,331,241.50	21.057975	89.865743
7	202,105.52	2,332,459.93	21.068956	89.866758
8	202,152.45	2,332,744.83	21.071535	89.866356
9	202,296.30	2,332,930.85	21.073237	89.865005
10	202,509.27	2,333,030.54	21.074171	89.862975
11	203,024.46	2,333,084.94	21.074746	89.858031
12	203,411.70	2,332,905.80	21.073192	89.854277
13	203,525.26	2,332,639.33	21.070806	89.853139

IV.1.4 Sistema Ambiental total

El Sistema Ambiental resultante tiene una superficie total de 290.79 ha, conformado por la ZID más la ZII. Sus límites extremos son: SW en 21.054°N / 89.866°W y NE en 21.075°N / 89.853°W. El Cuadro IV-5 resume los componentes del SA.

Cuadro IV-5. Resumen de la delimitación del Sistema Ambiental.

Componente	Criterio de delimitación	Superficie (ha)	Superficie (m^2)
ZID	Polígono catastral del predio (5 fracciones)	48.46	484,419.47
ZII	Buffer de 500 m alrededor de la ZID	242.33	2,423,300
SA Total	ZID + ZII	290.79	2,907,719

La ubicación y delimitación del sistema ambiental con los criterios antes mencionados se presenta en la siguiente figura:

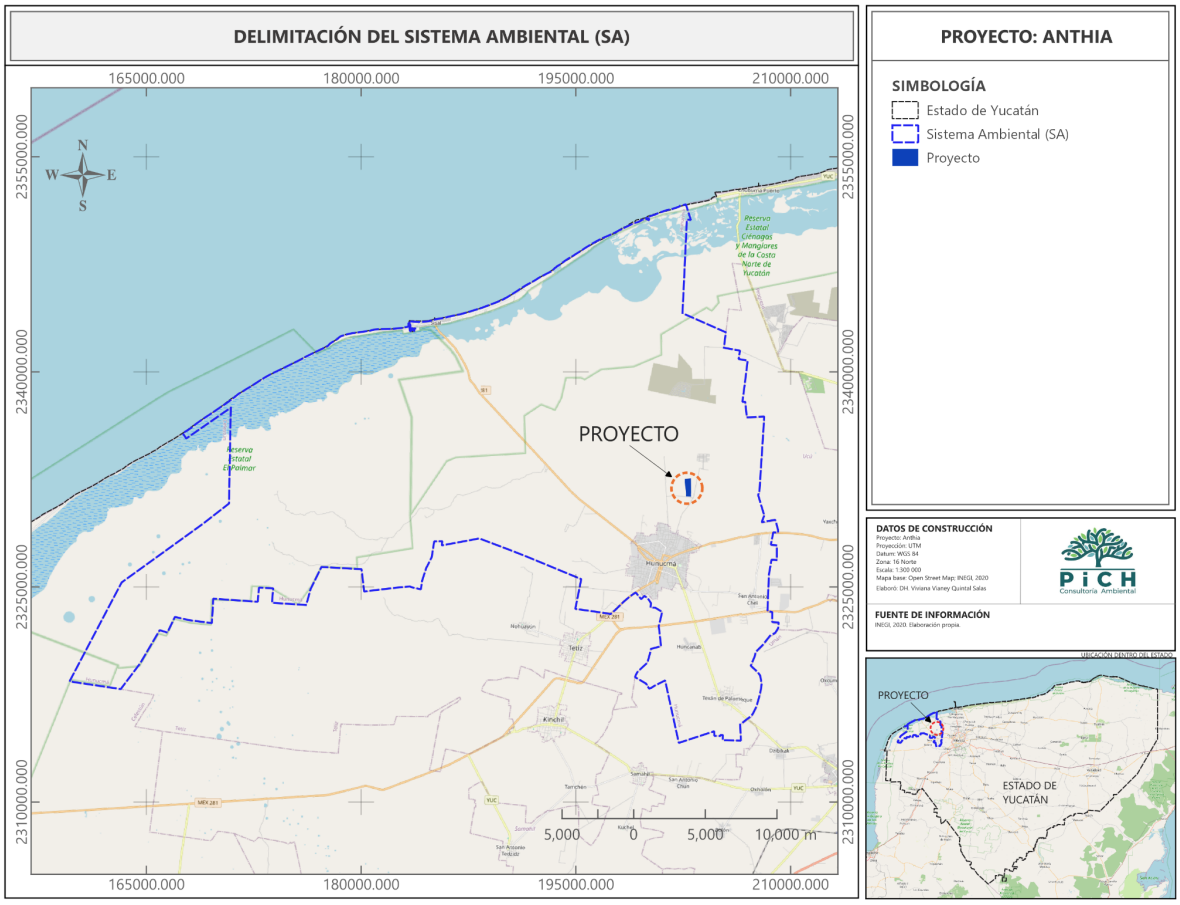


Figura IV.2 Delimitación del sistema ambiental

IV.1.5 Sistema de referencia geoespacial

Las coordenadas de los polígonos del SA se encuentran referenciadas al sistema UTM Zona 16N, Datum WGS84, código EPSG:32616. Este sistema corresponde al utilizado en los planos de división predial elaborados por la Dirección de Catastro del H. Ayuntamiento de Hunucmá, Yucatán (Fecha: 15 de junio de 2021). El centroide del predio se ubica en 21.0646°N, 89.8596°W, a una distancia aproximada de 11.7 km del litoral del Golfo de México, y a aproximadamente 5.6 km al norte de la cabecera municipal de Hunucmá.

Parámetro	Valor
Sistema de coordenadas	UTM Zona 16N

Datum	WGS84 (ITRF2008)
Código EPSG	EPSG:32616
Centroide del predio	21.0646°N, 89.8596°W
Distancia al litoral	~11.7 km
Municipio	Hunucmá, Yucatán
Ejido	Ejido Hunucmá

IV.1.6 Vinculación con instrumentos de ordenamiento ecológico

Conforme a la ubicación del predio (21.065°N, 89.860°W) y su distancia al litoral (~11.7 km), el Sistema Ambiental se encuentra sujeto a dos instrumentos de ordenamiento ecológico:

a) Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán (POETCY)

El predio se localiza dentro de la franja de 20 km tierra adentro del litoral del Golfo de México que cubre el POETCY (Decreto 160/2014, modificado por Decreto 308/2015), por lo que se encuentra sujeto a sus disposiciones. Las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) aplicables al predio corresponden al tipo SEL (Selva) del municipio de Hunucmá. El Decreto 308/2015 modificó específicamente las coordenadas de la UGA HUN16-SEL_AP2, clasificada con política de Aprovechamiento Prioritario 2 (AP2), que es la más probable para esta ubicación de acuerdo con el paisaje de selva/acahual del interior del municipio. La clave exacta de la UGA deberá verificarse en el visor cartográfico de la Secretaría de Desarrollo Sustentable (SDS) del Gobierno del Estado de Yucatán (https://bitacoraordenamiento.yucatan.gob.mx), ingresando las coordenadas del centroide del predio.

Es importante señalar que una UGA compatible con desarrollo inmobiliario (clase 25) no otorga por sí misma la autorización del proyecto; la MIA sigue siendo un requisito obligatorio independiente.

b) Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán — Actualización 2023 (POETY)

Adicionalmente, aplica la actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán (Decreto 692/2023, publicado en el Diario Oficial del Estado de Yucatán el 5 de diciembre de 2023), instrumento de alcance estatal que regula el uso del suelo y las actividades productivas en todo el territorio yucateco, incluyendo el municipio de Hunucmá. La vinculación específica con las UGAs del POETY 2023 y sus criterios de regulación ecológica se desarrolla en el Capítulo III del presente Manifiesto de Impacto Ambiental.

Cuadro IV-6. Instrumentos de ordenamiento ecológico aplicables al Sistema Ambiental.

Instrumento	Alcance	Decreto vigente	Aplicación al SA
POETCY	Costero (franja 20 km)	Decreto 160/2014 mod. 308/2015	UGA tipo SEL; verificar en visor SDS Yucatán
POETY 2023	Estatal	Decreto 692/2023	Vinculación en Capítulo III de la MIA

IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL

IV.2.1 Aspectos Abióticos

IV.2.1.1 Clima

El clima predominante en el área de estudio corresponde al tipo BS1, clasificado según la escala de Köppen modificada por García (1988) como el más seco de los climas semiáridos, cálido, con lluvias intermedias o irregulares con tendencia a distribuirse hacia el verano, máximo de temperatura cercana al solsticio de verano e isotermal. En este tipo climático se desarrollan principalmente especies xerófitas adaptadas a condiciones de escasez hídrica. La ubicación del proyecto respecto de los climas se presenta en la figura siguiente:

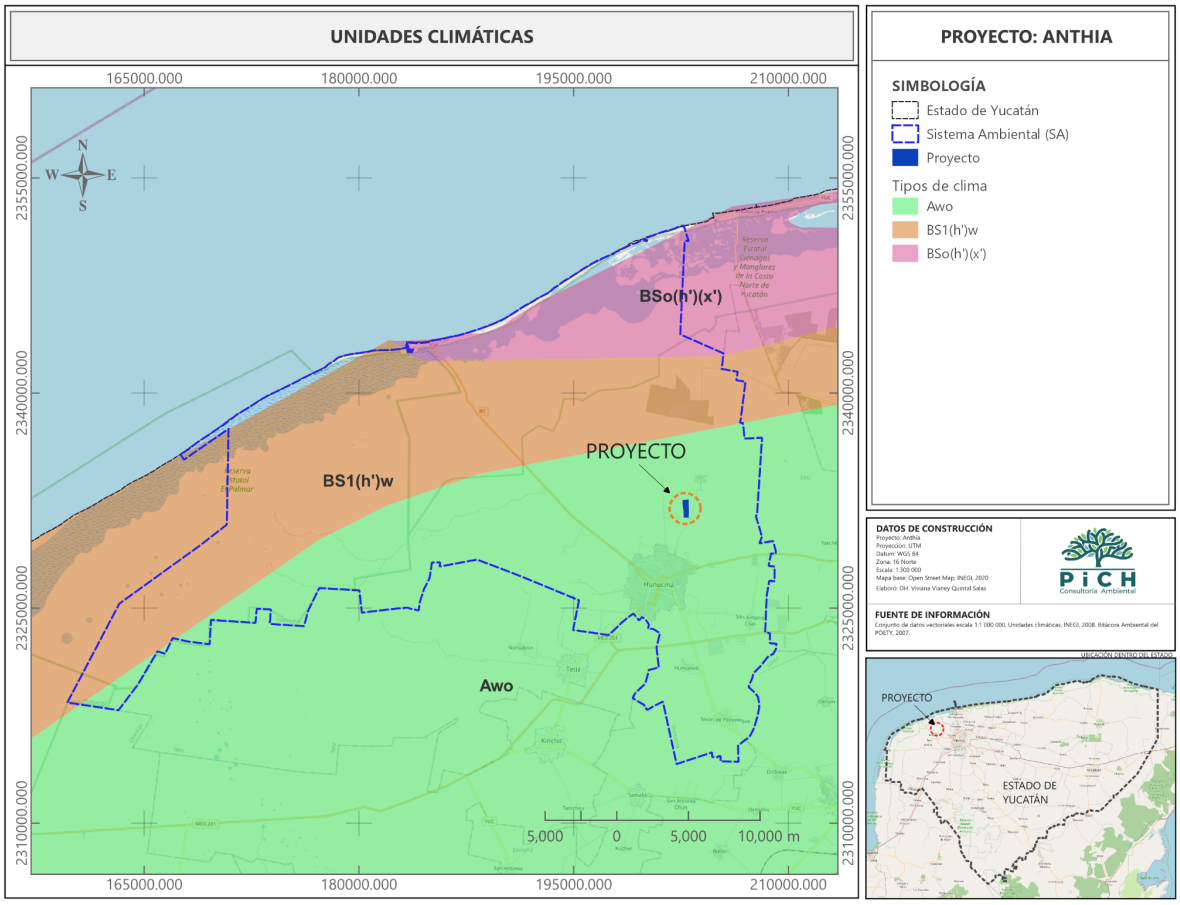


Figura IV.3 Ubicación del proyecto respecto a los climas

La región se clasifica como cálida-subhúmeda con lluvias en verano, que al interrumpirse forman las llamadas sequías de medio verano. De acuerdo con los datos presentados por la estación meteorológica más cercana a la zona del proyecto (Estación 31016 "Kinchil", CONAGUA 2020), los parámetros climáticos para la última década se presentan en la siguiente tabla:

Parámetro climatológico	Valor	Fuente
Tipo de clima	BS1 (semiárido cálido, lluvias en verano)	García, 1988 / CONAGUA

Parámetro climatológico	Valor	Fuente
Temperatura mínima promedio	18.9 ˚C	Estación 31016 'Kinchil', CONAGUA 2020
Temperatura máxima promedio	44.0 ˚C	Estación 31016 'Kinchil', CONAGUA 2020
Precipitación mínima promedio	0.9 mm	Estación 31016 'Kinchil', CONAGUA 2020
Precipitación máxima promedio	53.2 mm	Estación 31016 'Kinchil', CONAGUA 2020
Temporada de lluvias	Mayo a enero (con posibilidad de lluvia feb-abr)	Thomas y Palma-López, 2017
Temporada de secas	Noviembre a abril	Thomas y Palma-López, 2017
Estación meteorológica de referencia	Estación 31016 'Kinchil'	CONAGUA 2020

Tabla IV-2. Parámetros climáticos del área de estudio — proyecto ANTHIA.

La temporada de lluvias tiene una duración de aproximadamente cinco meses, comenzando en mayo o junio y finalizando en octubre. Los meses de noviembre a abril corresponden a la temporada de secas, durante la cual también pueden presentarse precipitaciones asociadas a los frentes fríos provenientes del norte.

IV.2.1.2 Intemperismos climáticos severos

En el estado de Yucatán las condiciones climáticas son generalmente estables, con pocas variaciones a través de sus ciclos anuales. No obstante, se reconocen los siguientes fenómenos climatológicos extremos de importancia para la zona del proyecto:

Ciclones tropicales

Los ciclones tropicales se forman a partir de zonas de inestabilidad o baja presión atmosférica en el trópico. Cuando acumulan suficiente energía pueden convertirse en tormentas tropicales o huracanes, desplazándose en el hemisferio norte con dirección oeste y afectando las zonas continentales. El periodo de huracanes para la Península de Yucatán se extiende de julio a noviembre, con mayor incidencia en septiembre y octubre. Los fenómenos de mayor impacto registrados en el estado fueron Gilberto (1985) e Isidoro (2002), ambos en categoría 3 en la escala Saffir-Simpson. Sin embargo, el predio del proyecto se ubica en la zona interior del municipio de Hunucmá, a varios kilómetros de la línea de costa, lo que reduce significativamente su vulnerabilidad a los efectos directos de los ciclones.

Frentes fríos (Nortes)

Los frentes fríos son masas de aire frío provenientes del norte que al transitar sobre el Mar de las Antillas y el Golfo de México se cargan de humedad, precipitándose en forma de lluvia al arribar a la zona continental. En la Península de Yucatán, los nortes son frecuentes durante los meses de noviembre a marzo, generando las llamadas "lluvias de invierno" que en ocasiones pueden representar hasta el 15% de la precipitación anual total. Su efecto tiene una duración de entre tres y cinco días, causando disminuciones drásticas de temperatura.

IV.2.1.3 Geología y geomorfología

La Península de Yucatán constituye una extensa planicie de origen cárstico, conformada principalmente por calizas, dolomitas y evaporitas que se extienden aproximadamente 300,000 km² (Bauer-Gottwein, 2011). Geológicamente, fue separada del bloque Luisiana-Texas hace aproximadamente 200 millones de años como consecuencia de la formación del Golfo de México, desplazándose hacia el sur entre 470 y 520 km. Durante el Calloviano comenzó a recibir sedimentos marinos en su porción norte; en el Cretácico se mantuvo en subsidencia; y en el Paleógeno ocurrió la sedimentación con carbonatos. En la figura siguiente se presenta la ubicación del predio en relación a la geología del sitio del proyecto,

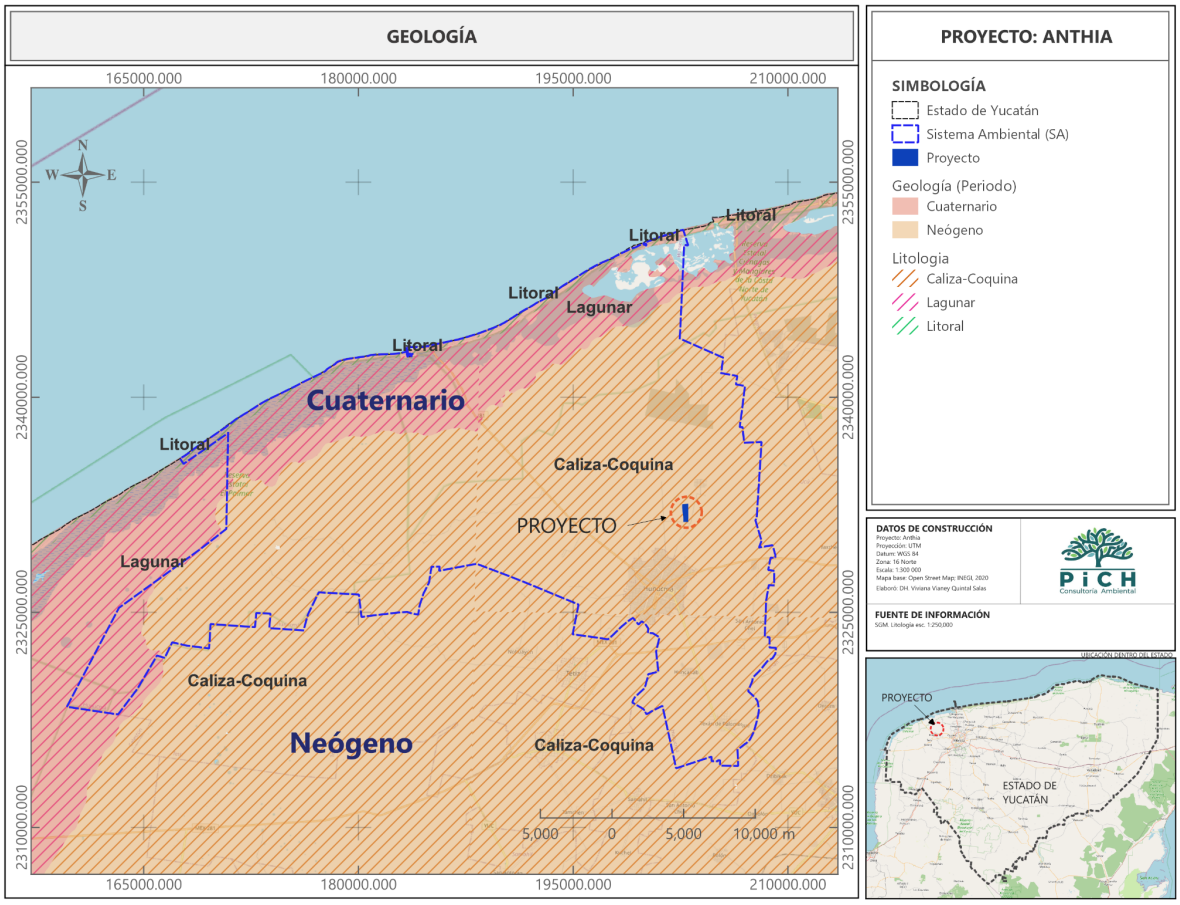


Figura IV.4 Ubicación del proyecto respecto a la geología

En el Plioceno, la parte central de la península se encontraba por encima del nivel del mar. Al final del Pleistoceno se presentó un ascenso del nivel del mar que cubrió grandes extensiones que habían emergido en Florida y Yucatán. En la Península de Yucatán se reconocen dos unidades geomorfológicas principales: hacia el norte predominan las planicies y afloramientos de rocas sedimentarias neogénicas, y más al sur se alternan las planicies con la presencia de lomeríos de hasta 400 msnm (Lugo-Hubp, 1992). La roca es más joven en las cercanías de la costa y más antigua conforme aumenta la profundidad.

El área de estudio se caracteriza por ser una planicie estructural baja, propia del extremo noroccidental de la Península de Yucatán, con sustrato calcáreo de origen marino, altamente permeable y con escasa cobertura de suelo sobre la roca madre.

En relación con el sistema de topoformas, el predio se encuentra en una llanuram tal como puede observarse en la figura siguiente.

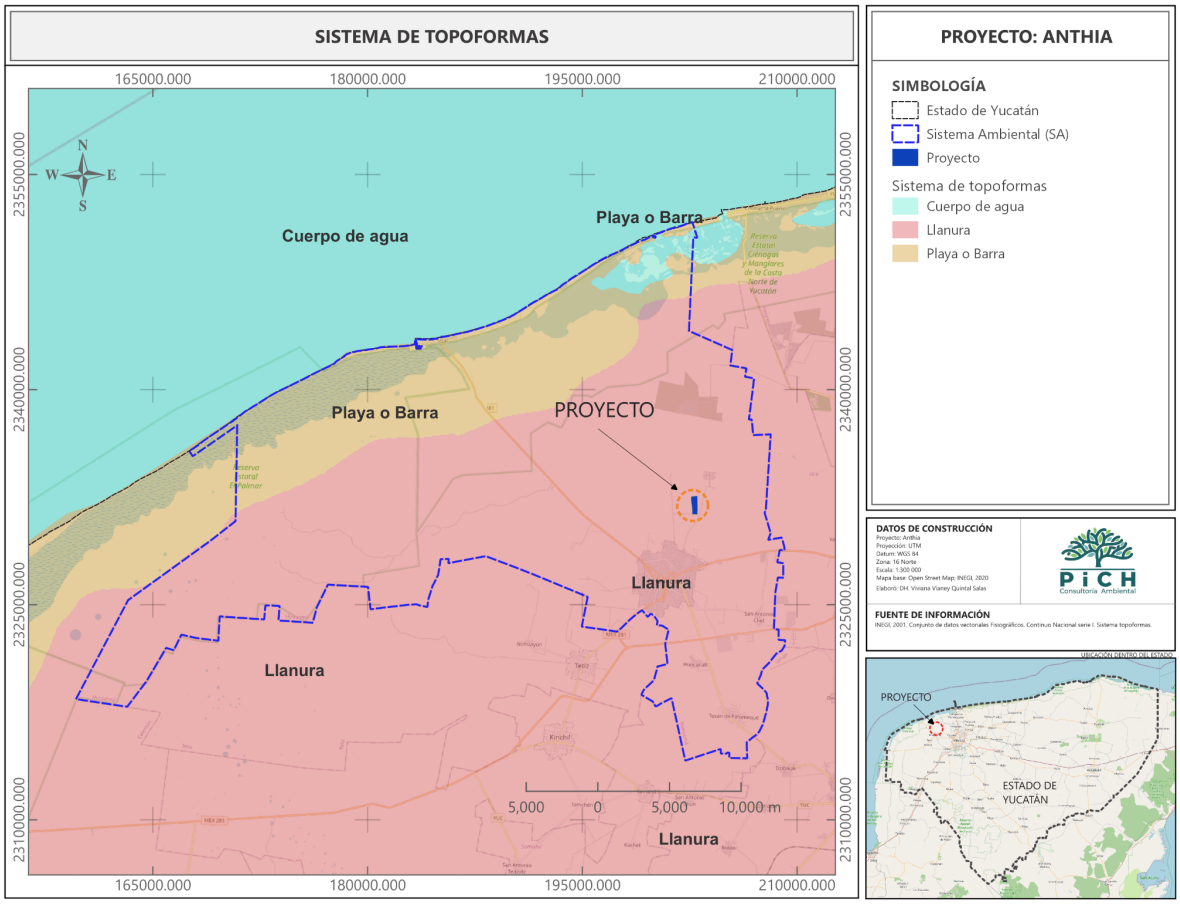


Figura IV.5 Ubicación del proyecto respecto al sistema de topoformas

Provincia y subprovincia fisiográficas

El predio se ubica en la subprovincia geográfica denominada Carso Yucateco, tal como se puede observar en la figura siguiente. Esta subprovincia se ubica en la provincia fisiográfica Península de Yucatán, abarca las subprovincias Carsos y Lomeríos de Campeche al sur y oeste del acuífero, Carso Yucateco al norte y noreste, y Costa Baja de Quintana Roo al sureste del acuífero. La subprovincia Carso Yucateco es la de mayor extensión, constituida por rocas calizas y presencia de fósiles, principalmente de ambiente arrecifal; se caracteriza por presentar relieve plano, presenta abundantes estructuras de hundimiento o dolinas conocidas localmente como "aguadas" y estructuras de colapso inundadas o cenotes.

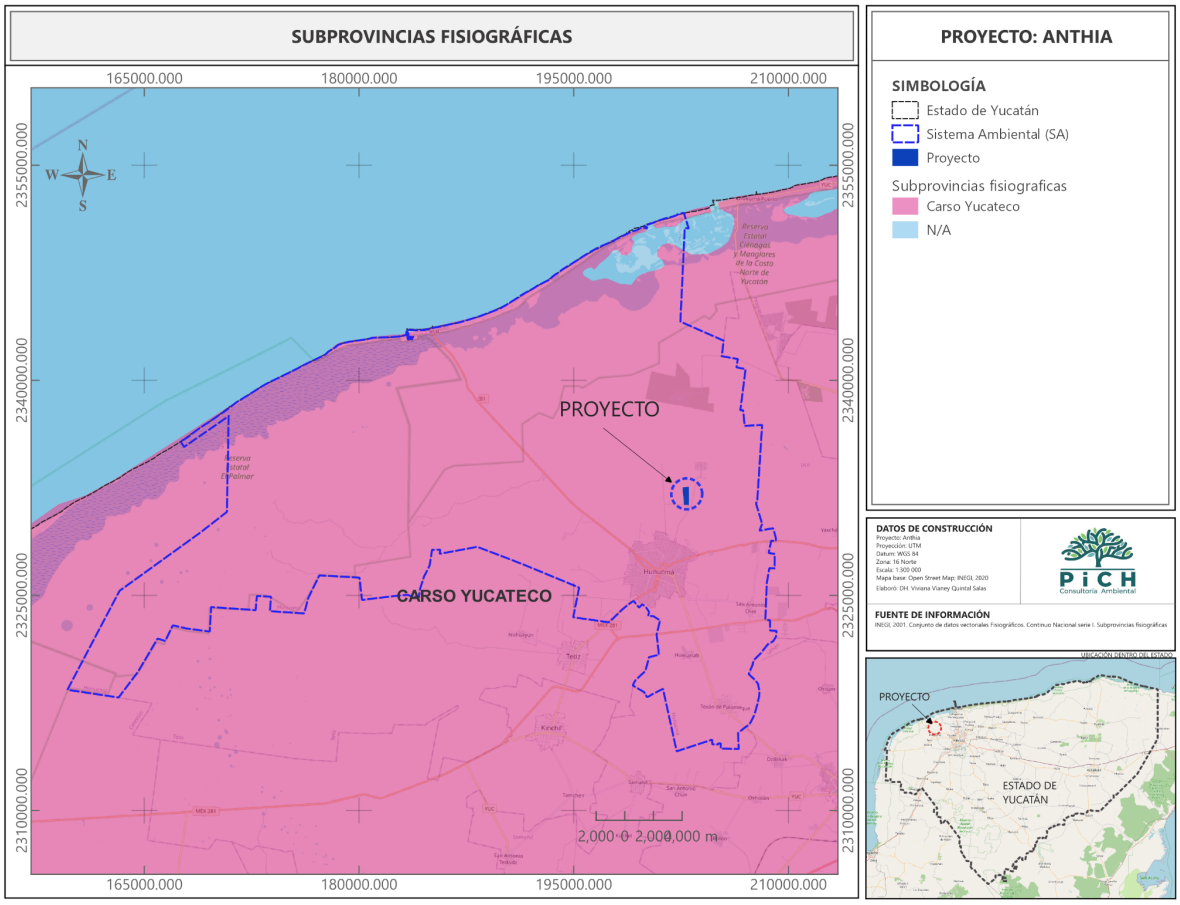


Figura IV.6. Ubicación del proyecto respecto a las subprovincias fisiográficas

IV.2.1.4 Suelos

En el estado de Yucatán dominan los Leptosoles; sin embargo, en algunas regiones también pueden encontrarse Arenosoles, Regosoles, Solonchak, Gleysoles e Histosoles en las cercanías de la línea de costa, y Luvisoles y Vertisoles en las zonas más interiores de la sección continental. Estos suelos están conformados principalmente por sedimentos marinos, residuos volcánicos y polvos transportados desde el continente africano. La intemperización del lecho rocoso produce residuos no consolidados que sirven como material de origen para la evolución del perfil del suelo, el cual refleja el efecto conjunto del clima, la materia viva, el relieve y el tiempo.

En el área de estudio destaca la formación de Leptosoles, que se caracterizan por presentar menos de 25 cm de espesor, o bien más del 80% de su volumen ocupado por piedras y gravas. Son suelos muy susceptibles a la erosión, generalmente asociados a zonas con pendiente mayor al 40%; sin embargo, su presencia en esta

planicie costera se considera un caso particular derivado de las condiciones geológicas kársticas de la región. La vegetación más relacionada con estos suelos rocosos comprende el matorral desértico, la selva baja caducifolia y el bosque de encino. El uso principal de estos suelos es el agostadero.

Aspecto	Descripción
Tipo de suelo dominante	Leptosoles
Espesor	< 25 cm, o > 80% del volumen ocupado por piedras y gravas
Susceptibilidad a la erosión	Alta
Uso principal	Agostadero
Vegetación asociada	Matorral desértico, selva baja caducifolia, bosque de encino
Otros tipos en el estado	Arenosoles, Regosoles, Solonchak, Gleysoles, Histosoles, Luvisoles, Vertisoles

Tabla IV-3. Caracterización de suelos en el área de estudio.

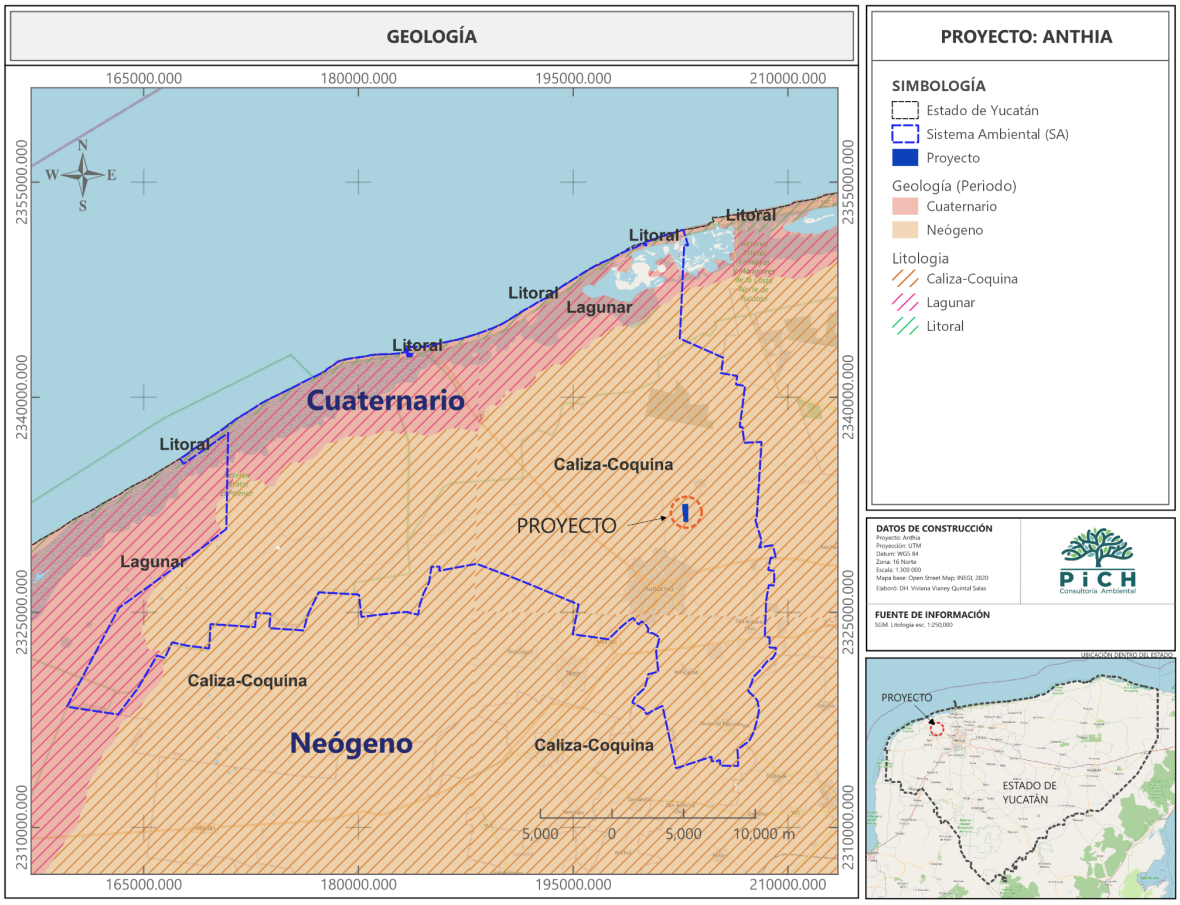


Figura IV-7. Ubicación del proyecto respecto a los suelos.

IV.2.1.5 Hidrología

La Península de Yucatán no presenta corrientes superficiales naturales, debido a las características cársticas del sustrato, que posee una alta permeabilidad mediante conductos formados por la disolución de la roca carbonatada, propiciando la escorrentía subterránea del agua. Una vez en el acuífero, el agua se desplaza desde las zonas de mayor precipitación hacia la costa, donde se realiza la descarga natural a través de lagunas costeras y esteros.

El acuífero de la Península de Yucatán se divide verticalmente en tres zonas bien diferenciadas:

Zona de agua dulce: formada como resultado de la infiltración del agua pluvial; se localiza en la parte superior del acuífero.

Zona de agua salobre o interfase salina (zona de mezcla): capa intermedia que separa el agua dulce del agua salada.

Zona de agua salada: se encuentra a mayor profundidad; conforma la base del sistema acuífero.

Para la administración de los recursos hidrológicos del país, la CONAGUA ha establecido 13 Regiones Hidrológico-Administrativas (RHA) y definido 731 cuencas hidrológicas organizadas en 37 Regiones Hidrológicas (RH). Conforme a esta clasificación, el predio del proyecto se ubica en:

Categoría hidrológica	Denominación
Región Hidrológico-Administrativa (RHA)	XII Península de Yucatán
Región Hidrológica (RH)	32 Yucatán Norte
Cuenca	Semicírculo de Cenotes
Superficie de la cuenca	12,276 km²
Precipitación media anual en la cuenca	~900 mm
Situación relevante	El área metropolitana de Mérida se superpone a esta cuenca, generando una importante recarga de contaminantes de origen antropogénico

Tabla IV-4. Clasificación hidrológica del área de estudio.

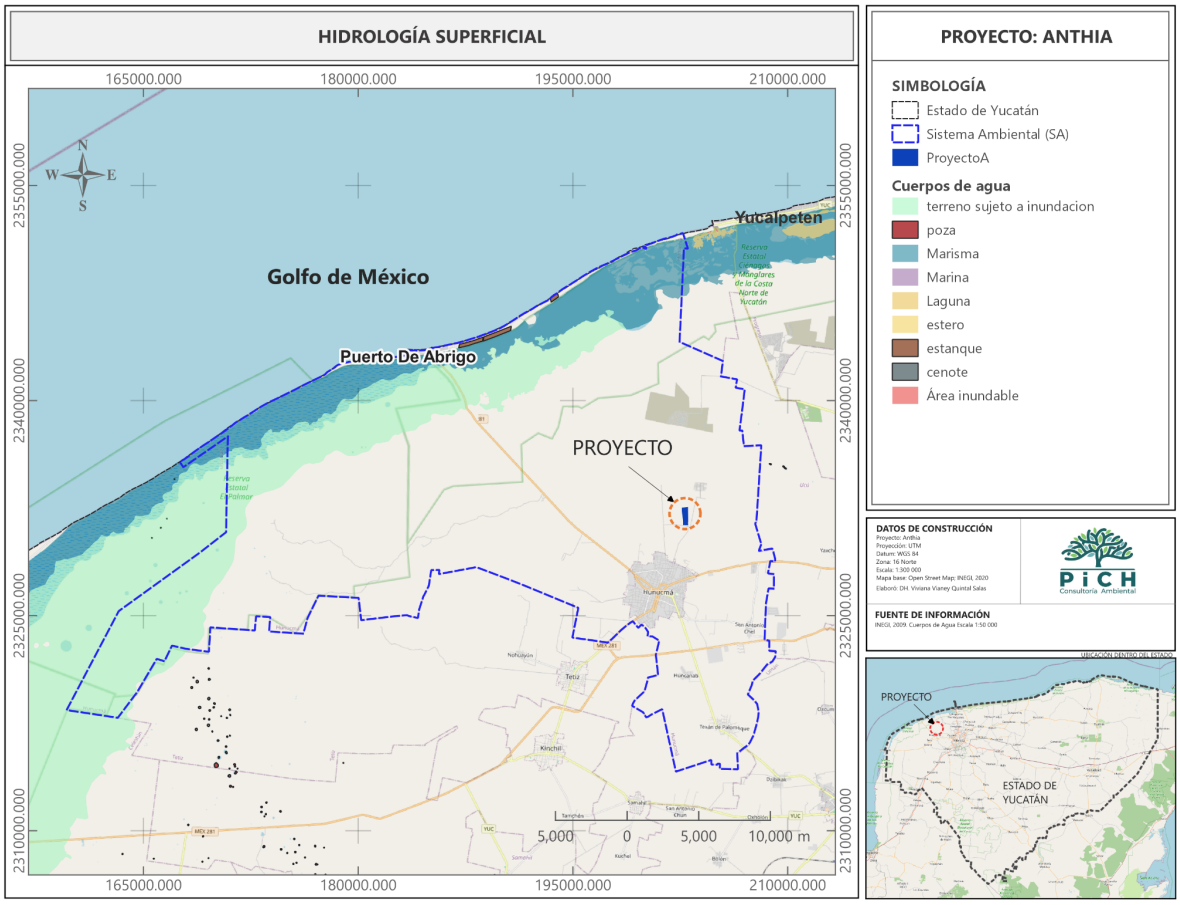


Figura IV-8. Ubicación del proyecto respecto a la hidrología superficial

La cuenca del Semicírculo de Cenotes tiene una superficie de 12,276 km² y recibe un aporte de precipitación media anual de ~900 mm. Sin embargo, esta cuenca enfrenta un problema ambiental de primer orden, ya que sobre ella se ubica la Zona Metropolitana de Mérida, lo que implica que el aporte pluvial lleva consigo una importante carga de contaminantes de origen antropogénico que se infiltra directamente al acuífero kárstico. Esta vulnerabilidad del acuífero justifica la implementación de los sistemas individualizados de tratamiento de aguas residuales contemplados en el proyecto ANTHIA.

La ubicación del predio con respecto a la hidrología subterránea, es decir los flujos del agua subterránea, es la siguiente:

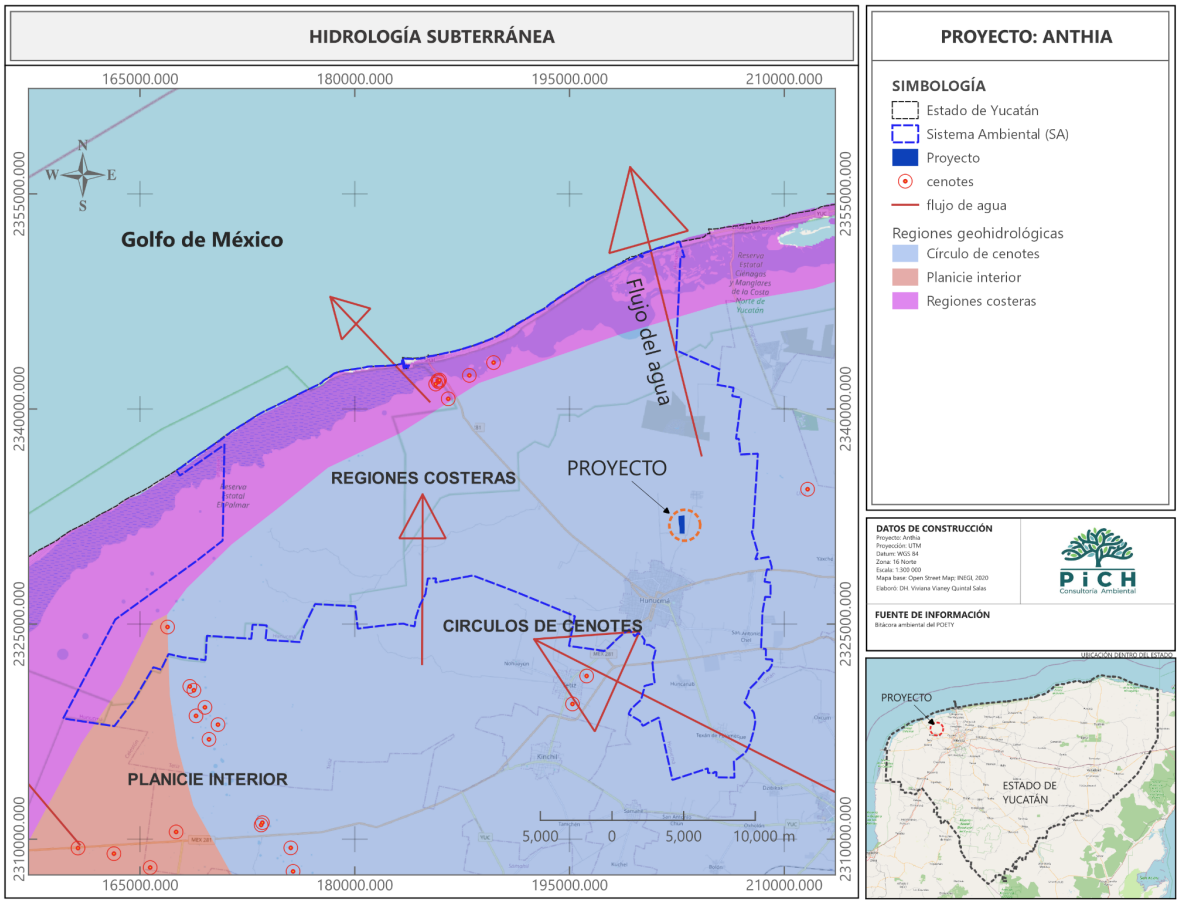


Figura IV-9. Ubicación del proyecto respecto a la hidrología subterránea

IV.2.2 Aspectos Bióticos

IV.2.2.1 Vegetación – Caracterización florística del área del proyecto

De acuerdo con la carta de uso de suelo y vegetación del INEGI Serie VII, el predio se localiza en una zona con vegetación secundaria de selva mediana caducifolia, tal como se puede observar en la figura siguiente:

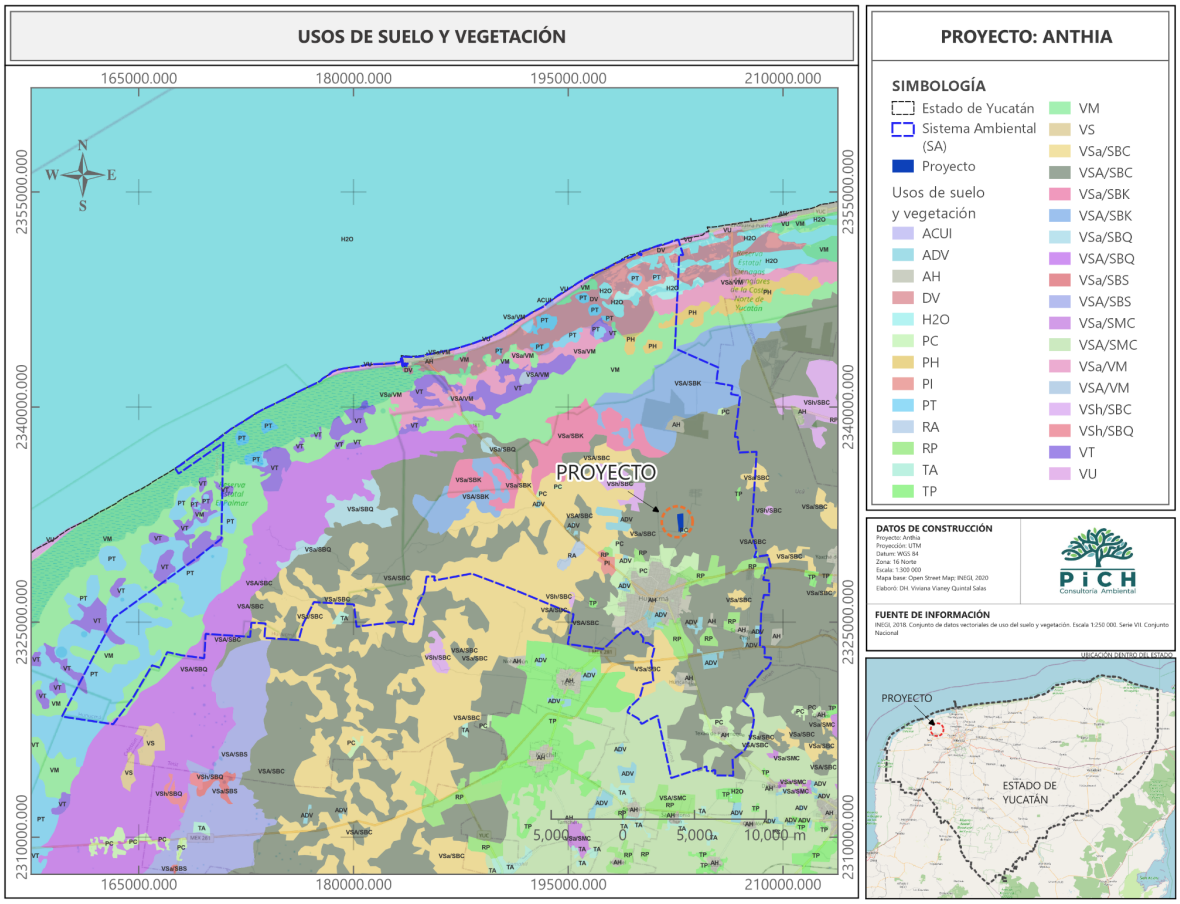


Figura IV-10. Ubicación del proyecto respecto a la hidrología subterránea

Una de las características principales de la vegetación de la Península de Yucatán es el predominio de las especies caducifolias y subcaducifolias, con poco espacio para las especies perennifolias. En el área de estudio y su zona de influencia se desarrolla la selva baja caducifolia y sus estados de sucesión secundaria. Esta comunidad vegetal se caracteriza por la pérdida de hojas en la temporada de secas, alturas promedio de 4 a 8 metros y alta diversidad de especies arbóreas caducifolias, arbustos espinosos y cactáceas.

IV.2.2.1.1 Metodología de muestreo

Para caracterizar la comunidad vegetal del área de estudio se establecieron muestreos directos mediante transectos en banda con cuadrantes de 100 metros de largo por 10 metros de ancho. A lo largo de cada transecto se contabilizaron e identificaron hasta el nivel taxonómico de especie todos los ejemplares considerados árboles (diámetro a la altura de pecho, DAP, mayor a 10 cm), mientras que en los cuadrantes se contabilizaron e identificaron hierbas y

arbustos. Los transectos se colocaron con un intervalo de 100 metros entre cada uno y los cuadrantes a cinco metros al interior de cada transecto. A cada ejemplar se le determinó el diámetro mayor y menor de copa, el DAP y la altura.

Los parámetros estructurales calculados fueron: riqueza (número de especies), abundancia relativa (porcentaje de individuos de una especie respecto al total), densidad (abundancia en un área determinada), frecuencia relativa (frecuencia de una especie referida a la frecuencia total), dominancia relativa (calculada con cobertura para estratos herbáceo y arbustivo, y con área basal para el estrato arbóreo) y valor de importancia (suma de los valores relativos de densidad, dominancia y frecuencia). Finalmente, todas las especies fueron comparadas con la NOM-059-SEMARNAT-2010 para determinar su estatus de protección.

IV.2.2.1.2 Resultados florísticos

En el predio del proyecto se reconocieron un total de 28 especies vegetales distribuidas en 17 familias. La especie con el mayor porcentaje de abundancia fue Bursera simaruba, mientras que la familia con el mayor número de especies fue Cactaceae, con 5 representantes.

La especie con el valor de importancia más alto en la comunidad fue Bursera simaruba, seguida de Gymnopodium floribundum y Nopalea inaperta, tres especies características de ambientes perturbados y con alta capacidad de colonización de áreas previamente impactadas. La forma de vida más abundante fue la arbustiva con 10 especies, seguida de la arbórea y la herbácea con 9 especies cada una. La altura promedio de la vegetación es de 4 metros.

Estrato	Número de especies	Porcentaje (%)	Especies representativas
Arbustivo	10	35.7%	Gymnopodium floribundum, Nopalea inaperta, Pilosocereus gaumeri, Vachellia cornigera
Arbóreo	9	32.1%	Bursera simaruba, Lysiloma latisiliquum, Piscidia piscipula, Caesalpinia gaumeri
Herbáceo	9	32.1%	Agave fourcroydes, Selenicereus grandiflorus,

Estrato	Número de especies	Porcentaje (%)	Especies representativas
			Acanthocereus tetragonus, Rivina humilis
TOTAL	28	100%	

Tabla IV-5. Distribución por estrato de las especies vegetales registradas en el predio del proyecto ANTHIA.

El listado completo de las 28 especies vegetales registradas en el predio del proyecto, con su clasificación taxonómica, forma de vida y estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se presenta a continuación:

Familia	Especie	Forma de vida	NOM-059-SEMARNAT-2010
Acanthaceae	Aphelandra scabra	Arbusto	Sin categoría
Agavaceae	Agave fourcroydes	Hierba	Sin categoría
Anacardiaceae	Metopium brownei	Árbol	Sin categoría
Araceae	Anthurium schlechtendalii	Hierba	Sin categoría
Asteraceae	Melanthera nivea	Hierba	Sin categoría
Asteraceae	Wedelia acapulcensis Kunth var. ramosissima	Hierba	Sin categoría
Bignoniaceae	Crescentia cujete	Árbol	Sin categoría
Bromeliaceae	Tillandsia utriculata	Hierba	Sin categoría

Familia	Especie	Forma de vida	NOM-059-SEMARNAT-2010
Burseraceae	Bursera simaruba	Árbol	Sin categoría
Cactaceae	Acanthocereus tetragonus	Hierba	Sin categoría
Cactaceae	Nopalea inaperta	Arbusto	Sin categoría
Cactaceae	Pilosocereus gaumeri	Arbusto	Sin categoría
Cactaceae	Selenicereus grandiflorus	Hierba	Sin categoría
Cactaceae	Selenicereus trigonus	Trepadora epifita	Sin categoría
Caricaceae	Carica papaya	Arbusto	Sin categoría
Euphorbiaceae	Cnidoscolus sp.	Arbusto	Sin categoría
Fabaceae	Caesalpinia gaumeri	Árbol	Sin categoría
Fabaceae	Havardia albicans	Árbol	Sin categoría
Fabaceae	Lysiloma latisiliquum	Árbol	Sin categoría
Fabaceae	Mimosa bahamensis	Árbol	Sin categoría
Fabaceae	Piscidia piscipula	Árbol	Sin categoría
Fabaceae	Vachellia cornigera	Arbusto	Sin categoría
Malpighiaceae	Malpighia glabra	Árbol	Sin categoría

Familia	Especie	Forma de vida	NOM-059-SEMARN AT-2010
Myrtaceae	Psidium sartorianum	Arbusto	Sin categoría
Phytolaccaceae	Rivina humilis	Hierba	Sin categoría
Polygonaceae	Gymnopodium floribundum	Arbusto	Sin categoría
Polygonaceae	Neomillspaughia emarginata	Arbusto	Sin categoría
Rubiaceae	Randia aculeata	Arbusto	Sin categoría

Tabla IV-6. Listado de especies vegetales registradas en el predio del proyecto ANTHIA (28 spp., 17 familias).

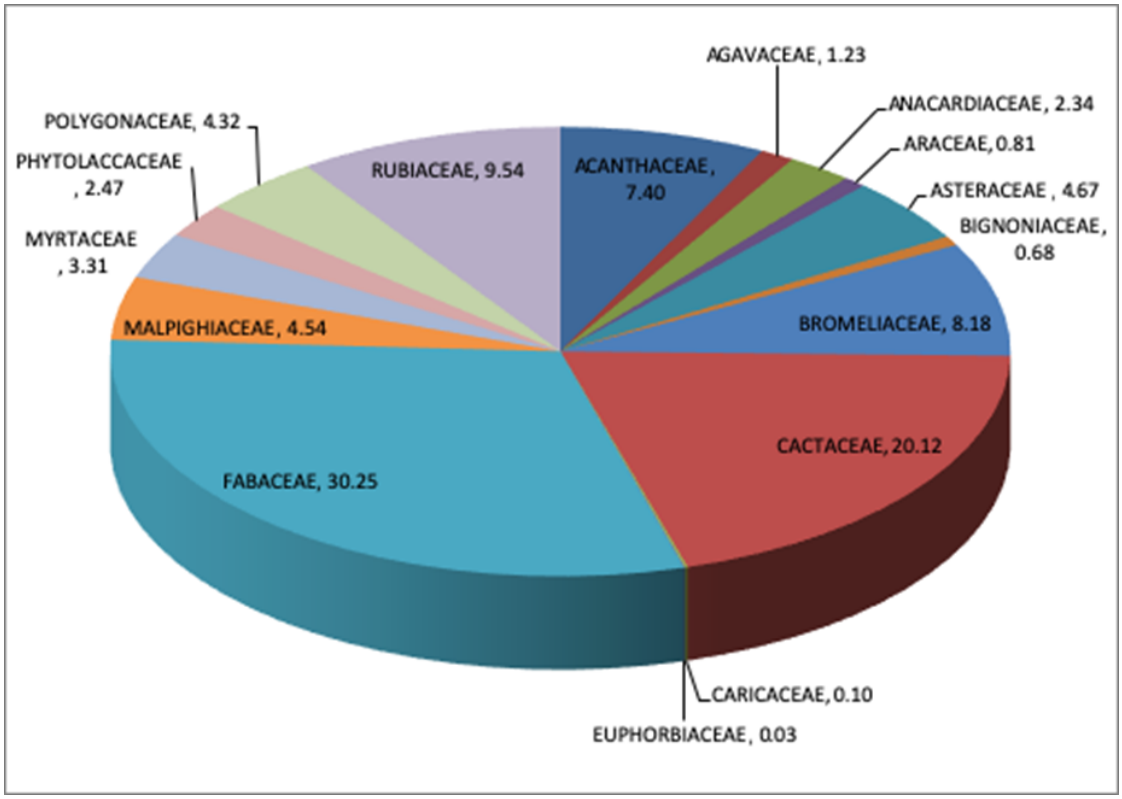


Figura IV.11 Distribución porcentual por familia taxonómica

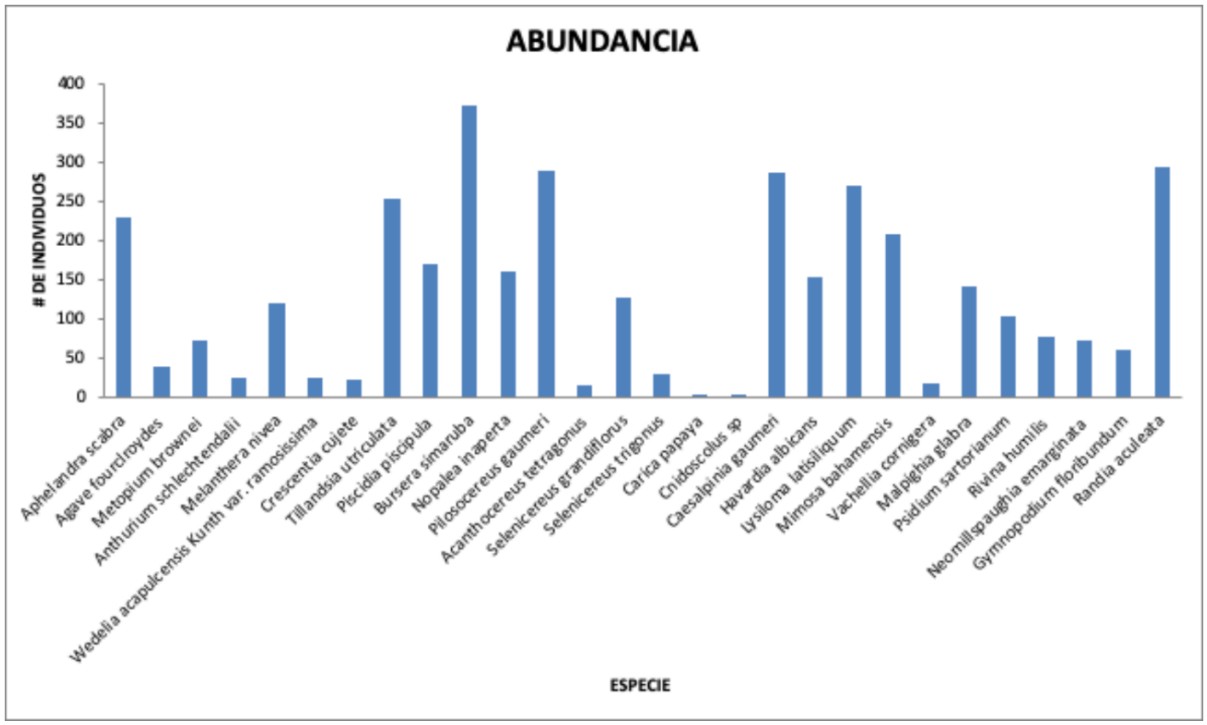


Figura IV.12. Abundancias por especie localizadas en el predio del proyecto.

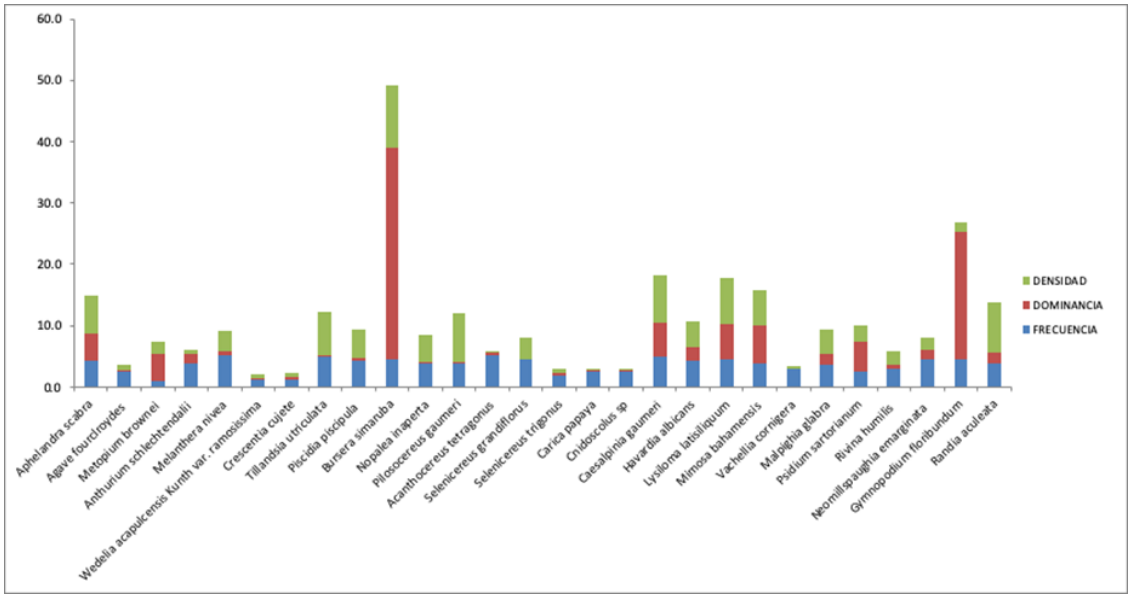


Figura IV.13 Valor de importancia de cada una de las especies registradas en el área de estudio

Con base en los datos obtenidos de la extrapolación, se obtuvieron los índices de Shannon, Simpson, Margalef y Equidad (Pielou), para los cuales se utilizaron las siguientes fórmulas.

Índice de Shannon-Wiener

Este índice se representa normalmente como H' y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0,5 y 5, aunque su valor normal está entre 2 y 3; valores inferiores a 2 se consideran bajos en diversidad y superiores a 3 son altos en diversidad de especies. No tiene límite superior o en todo caso lo da la base del logaritmo que se utilice.

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

Donde

S– número de especies (la riqueza de especies)
pi – proporción de individuos de la especie *i* respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie *i*):
ni– número de individuos de la especie *i*
N – número de todos los individuos de todas las especies

Índice de Simpson

El Índice de diversidad de Simpson (1949) (también conocido como el índice de la diversidad de las especies o índice de dominancia) es uno de los parámetros que nos permiten medir la riqueza de organismos. En ecología, es también usado para cuantificar la biodiversidad de un hábitat. Toma un determinado número de especies presentes en el hábitat y su abundancia relativa. El índice de Simpson representa la probabilidad de que dos individuos, dentro de un hábitat, seleccionados al azar pertenezcan a la misma especie. Es decir, cuanto más se acerca el valor de este índice a la unidad, existe una mayor posibilidad de dominancia de una especie y de una población; y cuanto más se acerque el valor de este índice a cero mayor es la biodiversidad de un hábitat. Por ello, este índice, representa la dominancia de una o pocas especies más que la diversidad de las mismas. Para el análisis de la diversidad se opta por emplear su complemento, es decir (1-D), en lugar del propio índice directamente, de tal forma que se interprete de forma inversa, es decir, cuando 1-D se acerca a la unidad (1), la comunidad es más diversa.

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

Donde

S es el número de especies
N es el total de organismos presentes (o unidades cuadradas)
n es el número de ejemplares por especie

Índice de Margalef

Es una medida utilizada en ecología para estimar la diversidad de una comunidad con base a la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes en la muestra analizada. El mínimo valor que puede adoptar es cero, y ocurre cuando solo existe una especie en la muestra (s=1, por lo que s-1=0). Por debajo de 2 se considera una región de baja biodiversidad, y por encima de 5, una región de alta biodiversidad.

$$I = \frac{(s-1)}{LnN}$$

Donde

S– número de especies (la riqueza de especies)
N – número de todos los individuos de todas las especies

Índice de Equidad (Pielou, 1966)

Cuantifica la uniformidad de las especies. Mide qué tan cerca está una comunidad del "equilibrio perfecto", donde cada especie tiene un tamaño de población igual. De forma similar al índice complementario de Simpson, cuando la puntuación es alta (cercana a 1, indica un ecosistema muy estable y "uniforme" donde ninguna especie domina y cuando es una puntuación baja (cercana a 0), Indica un "monocultivo" donde una especie se ha impuesto, lo que hace que el sistema sea frágil.

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

Donde

J´ es el índice de Equidad,

H´ es el índice de Shannon Calculado

H´max es el índice de Shannon máximo correspondiente al número de especies obtenido con el Ln de S (logaritmo natural del número de especies).

Especie	Abundancia	pi	Lnpi	piLnpi	ni(ni-1)
Aphalandra scabra	227	0.063461	-2.757329722	-0.17498	51302
Agave fourcroydes	35	0.009785	-4.626931678	-0.04527	1190
Metopium brownei	68	0.01901	-3.962772034	-0.07533	4556
Anthurium schlechtendalii	21	0.005871	-5.137757302	-0.03016	420
Melanthera nivea	117	0.032709	-3.420105804	-0.11187	13572
Wedelia acapulcensis var. ramosissima	21	0.005871	-5.137757302	-0.03016	420
Crescentia cujete	18	0.005032	-5.291907981	-0.02663	306
Tillandsia utriculata	250	0.069891	-2.660818821	-0.18597	62250
Piscidia piscipula	167	0.046687	-3.064285927	-0.14306	27722
Bursera simaruba	371	0.103718	-2.266077677	-0.23503	137270
Nopalea inaperta	157	0.043892	-3.126033934	-0.13721	24492
Pilosocereus gaumeri	287	0.080235	-2.522797523	-0.20242	82082

Especie	Abundancia	pi	Lnpi	piLnpi	ni(ni-1)
Acanthocereus tetragonus	12	0.003355	-5.697373089	-0.01911	132
Selenicereus grandiflorus	123	0.034386	-3.370095384	-0.11589	15006
Selenicereus testigonus	25	0.006989	-4.963403914	-0.03469	600
Carica papaya	28	0.007828	-4.850075229	-0.03797	756
Cnidoscolus sp	2	0.000559	-7.489132559	-0.00419	2
Caesalpinia gaumeri	285	0.079676	-2.529790559	-0.20156	80940
Harvadia albicans	150	0.041935	-3.171644445	-0.133	22350
Lysiloma latisiliquum	268	0.074923	-2.591292759	-0.19415	71556
Mimosa bahamensis	206	0.05759	-2.85440357	-0.16439	42230
Vachellia cornigera	13	0.003634	-5.617330382	-0.02042	156
Malpighia glabra	138	0.03858	-3.255026054	-0.12558	18906
Psidium sartorianum	100	0.027956	-3.577109553	-0.1	9900
Rivina humilis	73	0.020408	-3.891820298	-0.07942	5256
Neomillspaughia emarginata	68	0.01901	-3.962772034	-0.07533	4556
Gymnopodium floribundum	56	0.015656	-4.156928049	-0.06508	3080
Randia aculeata	291	0.081353	-2.508956472	-0.20411	84390

Especie	Abundancia	pi	Lnpi	piLnpi	ni(ni-1)
Total	3,577	1	**Shannon H´**	**2.972984**	765398
				N(N-1)	12791352
			Simpson (D)		0.059837
			Simpson (1-D)		**0.940163**
			Margalef (Dmg)		**3.299814**
			Equidad (E)		**0.892197**

En síntesis, se obtuvo un índice de Shannon de 2.97, un índice de Simpson (diversidad, 1-D) de 0.94, un índice de Margalef de 3.3 y un índice de Equidad de 0.89. A partir de los criterios de evaluación antes mencionados, se puede notar que, por los índices obtenidos, la diversidad se considera media, pero la uniformidad en la distribución del número de organismos por especie es alta. En resumen, los indicadores de diversidad de la vegetación son los siguientes:

Indicador		**Interpretación**
Número de especies (S)	28	
Número de individuos (N)	3,577	
Índice de Shannon (H´)	2.97	Media
Índice de Simpson (1-D)	0.94	Alta
Índice de Margalef (Dmg)	3.30	Media
Índice de Equidad (Pielou)	0.89	Alta

Es importante destacar que ninguna de las 28 especies registradas en el predio del proyecto se encuentra incluida en alguna categoría de protección en la NOM-

059-SEMARNAT-2010 (Protección ambiental — Especies nativas de México de flora y fauna silvestres — Categorías de riesgo). Sin embargo, se identificaron cinco especies de interés ecológico regional que se recomienda conservar mediante su rescate y reubicación durante las actividades de desmonte, o su incorporación como parte del programa de arbolado de las áreas verdes del fraccionamiento:

Especie	Familia	Interés ecológico
Bursera simaruba	Burseraceae	Especie con mayor valor de importancia en la comunidad. Indicadora del estado de conservación de la selva baja caducifolia. Proporciona refugio y alimento a la fauna local.
Pilosocereus gaumeri	Cactaceae	Cactus columnar endémico de la Península de Yucatán. Importante como recurso alimenticio y de refugio para fauna nativa.
Nopalea inaperta	Cactaceae	Especie de nopal endémica de Yucatán. Alta importancia ecológica como recurso alimenticio para fauna silvestre.
Selenicereus grandiflorus	Cactaceae	Cactus con flores nocturnas de gran tamaño; presenta interacciones con polinizadores especializados.
Neomillspaughia emarginata	Polygonaceae	Arbusto propio de la selva baja caducifolia de Yucatán. Indicador de vegetación secundaria en recuperación.

Tabla IV-7. Especies vegetales de interés ecológico identificadas en el predio del proyecto ANTHIA.

IV.2.2.2 Fauna — Caracterización faunística del área del proyecto

Para la caracterización de la comunidad faunística del área de estudio se aplicaron técnicas de registro directo e indirecto, considerando cuatro grupos taxonómicos principales: aves, mamíferos medianos y pequeños, y anfibios y reptiles.

IV.2.2.2.1 Metodología de muestreo faunístico

Aves: Se aplicaron técnicas de observación directa e indirecta. La observación directa consistió en identificar y registrar todos los individuos presentes en el predio perchando, sobrevolando o alimentándose. El método indirecto incluyó el registro e identificación sonora, así como de rastros, plumas y nidos. Los registros se realizaron mediante recorridos diurnos en horarios de 7:00 a 13:00 h y de 17:00 a 19:00 h, con distancia máxima de observación de 50 m desde el punto de ubicación del observador.

Reptiles y anfibios: Se emplearon los transectos trazados para el análisis de vegetación, con un ancho de banda de 5 metros (2.5 m de cada lado). Se realizó

una búsqueda exhaustiva en huecos, troncos secos, hojarasca, acumulaciones de rocas y en los troncos y copas de árboles. El muestreo se realizó en horario de 7:00 a 13:00 h.

Mamíferos: Se realizaron dos muestreos complementarios. El primero consistió en la colocación de trampas de captura tipo Sherman cebadas con granos de cebada y avena con vainilla (permanencia de 12 h, revisadas cada 2 h). Para mamíferos medianos se realizaron recorridos al interior del predio y alrededores en diferentes horarios entre las 7:00 y las 19:00 h.

IV.2.2.2.2 Resultados faunísticos

En total se registraron 31 especies conformando la comunidad faunística del predio. El grupo más representativo fueron las aves con 19 especies, seguido de los mamíferos con 7 especies y por último los reptiles y anfibios con 5 especies. Ninguna de las 31 especies registradas se encuentra en alguna categoría de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010. A continuación se presentan los listados por grupo taxonómico:

Aves registradas en el predio del proyecto (19 especies)

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059
Cardinalidae	Cardinalis cardinalis	Cardenal	Sin categoría
Emberizidae	Arremonops rufivirgatus	Xpokim	Sin categoría
Trochilidae	Amazilia rutila	Colibrí canelo	Sin categoría
Trochilidae	Chlorostilbon canivetii	Colibrí esmeralda	Sin categoría
Icteridae	Quiscalus mexicanus	Zanate	Sin categoría
Cuculidae	Crotophaga sulcirostris	Garrapatero pijuy	Sin categoría
Columbidae	Columbina talpacoti	Tórtola rojiza	Sin categoría
Columbidae	Columbina minuta	Tórtola pechilisa	Sin categoría
Cathartidae	Cathartes aura	Zopilote cabeza roja	Sin categoría
Mimidae	Mimus gilvus	Cenzontle	Sin categoría

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059
Odontophoridae	Colinus nigrogularis	Codorniz yucateca	Sin categoría
Corvidae	Cyanocorax yucatanicus	Chara yucateca	Sin categoría
Icteridae	Icterus auratus	Bolsero yucateco	Sin categoría
Momotidae	Eumomota superciliosa	Momoto ceja azul	Sin categoría
Picidae	Melanerpes aurifrons	Carpintero cheje	Sin categoría
Parulidae	Seiurus aurocapilla	Chuchuy nej	Sin categoría
Strigidae	Glaucidium brasilianum	Viejita (tecolote)	Sin categoría
Tyrannidae	Myiarchus tyrannulus	Papamoscas tirano	Sin categoría
Tyrannidae	Tyrannus melancholicus	Tirano tropical	Sin categoría

Tabla IV-8. Aves registradas en el predio del proyecto ANTHIA.

Reptiles y anfibios registrados en el predio del proyecto (5 especies)

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059
Teiidae	*Cnemidophorus aguisticeps*	Lagartija	Sin categoría
Phrynosomatidae	*Sceloporus chrysosticus*	Lagartija	Sin categoría
Gekkonidae	*Hemidactylus frenatus*	Chocan (gecko)	Sin categoría
Hylidae	*Smilisca baudinii*	Rana arborícola	Sin categoría
Leptodactylidae	*Leptodactylus fragilis*	Rana de bigotes	Sin categoría

Tabla IV-9. Reptiles y anfibios registrados en el predio del proyecto ANTHIA.

Mamíferos registrados en el predio del proyecto (7 especies)

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059
Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	Sin categoría
Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo	Sin categoría
Cervidae	*Odocoileus virginianus*	Venado cola blanca	Sin categoría
Mephitidae	*Conepatus semiestriatus*	Zorrillo cadeno	Sin categoría
Geomyidae	*Orthogeomys hispidus*	Tuza	Sin categoría
Muridae	*Oligoryzomys fulvescens*	Ratón arrocero	Sin categoría
Muridae	*Ototylomys phyllotis*	Ratón trepador	Sin categoría

Tabla IV-10. Mamíferos registrados en el predio del proyecto ANTHIA.

De las 31 especies de fauna registradas en el predio del proyecto, ninguna se encuentra clasificada en alguna categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Además, todas las especies registradas se consideran de gran movilidad y amplia distribución geográfica, lo que reduce el riesgo de afectación permanente a la comunidad faunística derivada de las actividades del proyecto.

No obstante lo anterior, para evitar afectaciones a la fauna durante la etapa de preparación del sitio, se recomienda llevar a cabo el rescate y reubicación de los ejemplares más susceptibles, particularmente los reptiles y las aves que cuenten con nidos activos al interior del predio al momento de iniciar los trabajos de desmonte. Este rescate deberá realizarse de acuerdo con los protocolos establecidos por SEMARNAT.

Grupo	No. de especies	Sin categoría NOM-059	Observaciones
Aves	19	19 (100%)	Grupo más representativo. Uso del predio como área de

Grupo	No. de especies	Sin categoría NOM-059	Observaciones
			descanso, percha y alimentación.
Mamíferos	7	7 (100%)	Especies de amplia distribución. Se recomienda facilitar corredores de paso.
Reptiles y anfibios	5	5 (100%)	Grupo más susceptible. Se recomienda rescate y reubicación previo al desmonte.
TOTAL	31	31 (100%)	Sin especies NOM-059-SEMARNAT-2010 en ninguna categoría de riesgo.

Tabla IV-11. Resumen de la comunidad faunística registrada en el predio del proyecto ANTHIA.

IV.2.2.3 Paisaje

El paisaje en el área de estudio corresponde a una zona de transición entre la vegetación secundaria derivada de la selva baja caducifolia y el área periurbana del centro de población de Hunucmá. En el predio predominan los estratos arbustivo, arbóreo bajo y herbáceo, con una altura promedio de la cubierta vegetal de 4 metros. En los alrededores del predio se pueden apreciar diversos usos agrícolas y predios con diferente grado de perturbación, lo que ha disminuido gradualmente la calidad del ecosistema y del paisaje natural de la región.

La calidad estética del paisaje actual refleja el grado de antropización de la zona: la vegetación secundaria sustituye en gran parte a la selva baja caducifolia original, y la presencia de la mancha urbana de Hunucmá al oriente del predio constituye el elemento de mayor presencia visual desde el área del proyecto. La instalación del desarrollo inmobiliario ANTHIA modificará el carácter del paisaje actual, transformándolo de un área en proceso de sucesión ecológica a un fraccionamiento habitacional. Este impacto ha sido calificado como uno de los de mayor relevancia en la evaluación de impactos del capítulo V del presente Manifiesto.

IV.2.3 Aspectos Socioeconómicos

El predio del proyecto se localiza en el municipio de Hunucmá, que forma parte de la región metropolitana del estado de Yucatán. A continuación se describe el contexto socioeconómico del municipio con base en los datos del Censo de Población y Vivienda 2020 del INEGI.

IV.2.3.1 Localización y características generales del municipio

El municipio de Hunucmá se ubica entre los paralelos 20°55' y 21°14' de latitud norte y los meridianos 89°48' y 90°12' de longitud oeste, con una altitud promedio de 8 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con el Golfo de México, al sur con los municipios de Tetiz y Samahil, al este con Progreso, Ucú y Umán, y al oeste con Celestún. Ocupa una superficie total de 599.10 km², lo que representa el 1.381% del territorio estatal. La cabecera municipal se encuentra a 25 kilómetros al poniente de la ciudad de Mérida.

IV.2.3.2 Demografía

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020 del INEGI, la población del municipio de Hunucmá fue de 35,137 personas, de las cuales 17,680 son mujeres (50.3%) y 17,457 son hombres (49.7%). Los grupos de edad con mayor concentración de población son: 10-14 años (3,167 hab.), 5-9 años (3,132 hab.) y 15-19 años (3,049 hab.), que en conjunto representan el 26% de la población total.

Indicador demográfico	Valor	Fuente
Población total	35,137 habitantes	INEGI, Censo 2020
Hombres	17,457 (49.7%)	INEGI, Censo 2020
Mujeres	17,680 (50.3%)	INEGI, Censo 2020
Grupos de edad dominantes	10-14 años (3,167 hab.); 5-9 años (3,132 hab.); 15-19 años (3,049 hab.)	INEGI, Censo 2020
Distancia a Mérida	25 km	INEGI
Superficie municipal	599.10 km² (1.381% del territorio estatal)	INEGI

Tabla IV-12. Indicadores demográficos del municipio de Hunucmá (INEGI, 2020).

IV.2.3.3 Vivienda y urbanización

De acuerdo con el Censo 2020, en el municipio de Hunucmá existen 11,953 viviendas, de las cuales 8,944 se encuentran habitadas y 1,795 están deshabitadas, con un promedio de 4 habitantes por vivienda. Los indicadores de cobertura de servicios básicos en las viviendas habitadas revelan una buena cobertura de servicios esenciales, con algunas áreas de oportunidad en cobertura de drenaje.

Característica de la vivienda	Número de viviendas	Porcentaje (%)
Total de viviendas	11,953	100%
Viviendas habitadas	8,944	74.8%
Viviendas deshabitadas	1,795	15.0%
Con piso diferente de tierra	8,853	99.0% de habitadas
Con piso de tierra	69	0.8% de habitadas
Con 1 dormitorio	3,889	43.5% de habitadas
Con 3 cuartos o más	4,731	52.9% de habitadas
Con energía eléctrica	8,861	99.1% de habitadas
Con agua entubada	8,719	97.5% de habitadas
Con excusado o sanitario	7,546	84.4% de habitadas
Con drenaje	7,281	81.4% de habitadas
Sin servicios básicos (electricidad, agua, drenaje)	13	0.1% de habitadas

Tabla IV-13. Características de la vivienda en el municipio de Hunucmá (INEGI, 2020).

IV.2.3.4 Salud y seguridad social

En el municipio de Hunucmá se registra una población de 27,078 habitantes afiliados a algún servicio de salud, distribuidos entre las principales instituciones conforme a la siguiente tabla:

Institución de salud	Número de afiliados	Porcentaje (%)
IMSS	15,064	55.6%
ISSSTE	1,004	3.7%
ISSSTE Estatal	85	0.3%
PEMEX / Defensa / Marina	131	0.5%
Salud para el Bienestar (antes Seguro Popular)	10,435	38.5%
Institución privada	344	1.3%
Otras instituciones	47	0.2%
TOTAL AFILIADOS	27,078	77.1% de la población total

Tabla IV-14. Distribución de la población afiliada a servicios de salud en Hunucmá (INEGI, 2020).

IV.2.3.5 Educación

Según los datos del Censo 2020, el municipio de Hunucmá cuenta con una tasa de alfabetización del 97.9% para la población de entre 15 y 24 años de edad, indicador que refleja el alcance del sistema educativo local. El grado promedio de escolaridad de la población es de 8.18 años (equivalente al primer año de secundaria concluido). En la siguiente tabla se presentan los principales indicadores educativos:

Indicador educativo	Valor
Tasa de alfabetización (15-24 años)	97.9%
Grado promedio de escolaridad	8.18 años

Indicador educativo	Valor
Población analfabeta (>15 años)	2,325 personas (1,338 mujeres / 987 hombres)
Con primaria completa	3,693 personas
Con certificado de secundaria	6,492 personas
Con educación posbásica	7,730 personas
Jóvenes 15-17 años que asisten a la escuela	1,412 (723 mujeres / 689 hombres)

Tabla IV-15. Indicadores educativos del municipio de Hunucmá (INEGI, 2020).

IV.2.3.6 Aspectos económicos

Según el Censo 2020, en el municipio de Hunucmá existe una población de 17,975 personas (65.4% de la población de 12 años y más) económicamente activa. Sin embargo, los indicadores de bienestar revelan que el 45% de la población se encuentra en situación de pobreza moderada y el 10% en pobreza extrema, condiciones que el proyecto ANTHIA puede contribuir a mejorar mediante la generación de empleos directos durante la construcción y la incorporación de vivienda formal en la región.

Sector económico	Participación (%)
Primario (agricultura, ganadería, caza y pesca)	12.94%
Secundario (minería, industria manufacturera, construcción y electricidad)	30.66%
Terciario (comercio, turismo y servicios)	55.19%
Otros	1.21%
Población económicamente activa (PEA)	17,975 personas (65.4% de 12+ años)

Sector económico	Participación (%)
Población en pobreza moderada	45%
Población en pobreza extrema	10%

Tabla IV-16. Indicadores económicos del municipio de Hunucmá (INEGI, 2020).

IV.3 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

El diagnóstico ambiental integra los resultados de la caracterización de los componentes abióticos, bióticos y socioeconómicos del sistema ambiental del área de influencia del proyecto, con la finalidad de identificar la problemática ambiental preexistente y las condiciones ambientales sobre las cuales el proyecto ejercerá sus impactos.

IV.3.1 Síntesis del diagnóstico ambiental

La zona donde se ubica el área de estudio se encuentra aproximadamente a dos kilómetros del límite del centro de población del Municipio de Hunucmá. De acuerdo con el POETCY, el predio se ubica en la UGA HUN16-SEL_AP2, caracterizada por presentar vegetación secundaria derivada de la selva baja caducifolia, y de acuerdo con el POETY 2023 (Decreto 692/2023), se encuentra en la UGA 034-REST-MER, con política de Restauración para la región metropolitana de Mérida. En ambos casos, las actividades planeadas (desarrollo inmobiliario habitacional) no se contraponen con los lineamientos de las UGA, por lo que el proyecto se considera viable desde el punto de vista del ordenamiento ecológico territorial.

El diagnóstico ambiental identifica las siguientes condiciones y problemáticas ambientales preexistentes en el área de influencia:

Componente ambiental	Condición actual	Problemática identificada	Relevancia para el proyecto
Clima	BS1, cálido semiárido. Precipitación irregular, con sequías estacionales.	Vulnerabilidad a ciclones tropicales (jul-nov) y frentes fríos (nov-mar).	Alta — Las lluvias intensas pueden generar escorrentía superficial durante la construcción.

Componente ambiental	Condición actual	Problemática identificada	Relevancia para el proyecto
Suelos	Leptosoles < 25 cm. Alta susceptibilidad a la erosión.	Escasa profundidad del suelo limita la capacidad de retención hídrica.	Alta — La exposición del suelo durante el desmonte y la nivelación incrementa el riesgo de erosión.
Hidrología subterránea	Acuífero kárstico altamente vulnerable a la contaminación. Cuenca Semicírculo de Cenotes (12,276 km²).	La Zona Metropolitana de Mérida recarga de contaminantes antropogénicos el acuífero. Alta permeabilidad del sustrato.	Muy alta — Cualquier descarga de aguas residuales sin tratamiento impacta directamente el acuífero.
Vegetación	Vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia. 28 spp., 17 familias. Ninguna en NOM-059.	Degradación de la vegetación original por usos agrícolas en los alrededores.	Media — El desmonte elimina la cubierta vegetal existente, aunque se trata de vegetación secundaria perturbada.
Fauna	31 especies (19 aves, 7 mamíferos, 5 reptiles-anfibios). Ninguna en NOM-059.	Reducción de hábitat disponible por el avance de la frontera urbana.	Media — Las especies registradas son de amplia distribución y gran movilidad. Riesgo de afectación de reptiles y aves con nidos.
Paisaje	Paisaje de vegetación secundaria perturbada, con usos agropecuarios en los alrededores.	Deterioro de la calidad paisajística por la fragmentación de la vegetación y el avance de la urbanización.	Alta — La construcción del fraccionamiento es el impacto de mayor relevancia en la calidad estética del paisaje.

Componente ambiental	Condición actual	Problemática identificada	Relevancia para el proyecto
Socioeconómico	35,137 hab. PEA: 65.4%. Pobreza moderada 45%, extrema 10%. Cobertura de servicios básicos incompleta (drenaje 81.4%).	Alta prevalencia de pobreza. Déficit en cobertura de drenaje y saneamiento.	Positiva — El proyecto genera empleos y vivienda formal en un contexto de alta demanda habitacional.

Tabla IV-17. Diagnóstico ambiental del área de influencia del proyecto ANTHIA.

IV.3.2 Problemática ambiental prioritaria

Con base en el diagnóstico integrado, las problemáticas ambientales de mayor relevancia que deben ser atendidas durante el desarrollo del proyecto son:

1. Vulnerabilidad del acuífero kárstico. La altísima permeabilidad del sustrato hace que cualquier fuente de contaminación represente un riesgo directo para el acuífero de la región. La implementación obligatoria de sistemas individualizados de biodigestores en cada vivienda es la medida más crítica para proteger la calidad del agua subterránea.
2. Erosión del suelo durante la preparación del sitio. Los Leptosoles son extremadamente susceptibles a la erosión hídrica. Durante el desmonte, despalme y nivelación del predio se deberán aplicar medidas de control de escorrentía y estabilización de suelos.
3. Afectación a la fauna durante el desmonte. Los reptiles y las aves con nidos activos son los grupos más vulnerables. Se deberá implementar un programa de rescate y reubicación faunística previo al inicio de los trabajos de desmonte.
4. Impacto sobre la calidad estética del paisaje. La transformación de un área de vegetación secundaria a un fraccionamiento habitacional constituye el impacto de mayor calificación negativa en la matriz de impactos del proyecto. Las áreas verdes y el área de conservación del diseño del fraccionamiento son las medidas de compensación paisajística más relevantes.
5. Manejo adecuado de residuos de construcción. La generación de residuos de manejo especial durante la construcción representa un riesgo de contaminación del suelo y el acuífero si no se manejan adecuadamente.

En el Capítulo V del presente MIA se describe la metodología de evaluación de impactos ambientales, y en el Capítulo VI se presentan las medidas de prevención, mitigación y compensación específicas para cada uno de los impactos identificados.

Referencias bibliográficas

Conesa, V. (2003). Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental (4a. ed.). Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España.

Juárez-Palacios, J., Chacón-Hernández, C., Pasquetti-Hernández, R., Alafita-Vazquez, I. y Rojas-Galaviz, J. L. (2006). Sistema Ambiental de Referencia en la Evaluación del Impacto Ambiental. Publicación interna de referencia SEMARNAT.

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD PARTICULAR

CAPÍTULO V

IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

PROYECTO:

"ANTHIA"

PICH CONSULTORÍA AMBIENTAL

Junio 2026

CONTENIDO

CAPÍTULO V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 3

V.1 METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES 3

V.2 INDICADORES DE IMPACTO 5

V.3 CRITERIOS DE EVALUACIÓN 7

V.4 MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS 8

V.5 MATRIZ DE EVALUACIÓN CUANTITATIVA DE IMPACTOS 10

V.6 ANÁLISIS DE RESULTADOS POR FACTOR Y SUBSISTEMA 14

V.7 DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS SIGNIFICATIVOS 16

V.7.1 Impactos negativos significativos 16

V.7.2 Impactos positivos significativos 18

V.8 CONCLUSIONES DE LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS 19

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

En el presente capítulo se identifican, caracterizan y clasifican los efectos e impactos que se generarán durante las etapas de preparación del sitio, construcción, y operación y mantenimiento del proyecto "ANTHIA" sobre los componentes del medio ambiente.

Es importante mencionar que durante las diferentes etapas del proyecto, la aplicación de las medidas de prevención y mitigación de los posibles impactos es total y completa responsabilidad del promovente.

V.1 METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Un impacto ambiental es la consecuencia de las actividades de cierto proyecto o actividad, que produce una alteración, positiva o negativa, en el medio ambiente o en alguno de sus elementos. La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente define en el artículo 3°, fracción XX, que el "Impacto Ambiental es la modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza".

Para la identificación y evaluación de los impactos del presente proyecto, se realizó un análisis de la información recolectada sobre los factores del medio ambiente que se ven afectados de manera directa o indirecta, a corto o mediano plazo, considerando las condiciones ambientales actuales, el uso de suelo, las actividades que se realizarán y las condiciones naturales del sitio.

Para la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), se propone un modelo basado en el método de matrices causa y efecto, derivado de la Matriz de Leopold con resultados cualitativos, y del método del Instituto Batalle-Columbus con resultados cuantitativos (Fernández, V. y Vitoria, 2000). El método consiste en un cuadro de doble entrada en cuyas columnas figuran las acciones impactantes y en las filas los factores ambientales susceptibles de recibir impactos.

La metodología, publicada en el libro "Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental" (Fernández, V. y Vitoria, 2000), se aplicó unificando las tres matrices por etapa del proyecto en una sola matriz conjunta, asignando valores diferentes para cada etapa.

Esto permite ponderar qué impacto es más significativo para cada etapa y desarrollar un plan de acción específico para mitigarlo o minimizarlo.

La valoración cuantitativa del impacto ambiental se obtiene a través de la siguiente fórmula:

$$IM = \pm[3(I) + 2(EX) + SI + PE + EF + MO + AC + MC + RV + PR]$$

Donde el resultado obtenido (Importancia del Impacto — IM) se clasifica en las siguientes categorías:

Tabla V-1. Clasificación de los impactos por su importancia (IM).

Clasificación	Abreviatura	Rango de IM
Compatible	CO	Valor ≤ 25
Moderado	M	25 < Valor ≤ 50
Severo	S	50 < Valor ≤ 75
Crítico	C	Valor > 75

V.2 INDICADORES DE IMPACTO

Se define como "indicador de impacto" a un elemento del medio ambiente afectado o potencialmente afectado por un agente de cambio. Tomando en cuenta como agentes de cambio las actividades del proyecto, se considerarán significativos y categorizados como impactos aquellos efectos que superen los estándares de calidad ambiental, criterios técnicos, hipótesis científicas, comprobaciones empíricas, juicio profesional, valoración económica, ecológica o social.

Tabla V-2. Indicadores de impacto ambiental del proyecto ANTHIA.

Subsistema	Indicador de impacto	Descripción general
ABIÓTICO(Físico -Químico)	Calidad del aire	Emisiones de vehículos, maquinaria y dispersión de polvo generados en las diferentes etapas del proyecto.
	Calidad del suelo	Afectaciones por lixiviados, residuos, modificaciones en el relieve (cortes y rellenos).
	Estabilidad del suelo	Modificaciones relacionadas con hundimientos y deslizamientos durante la excavación y nivelación.
	Calidad de la hidrología subterránea	Vulnerabilidad del acuífero kárstico a la contaminación por infiltración accidental de residuos.
	Generación de ruido	Emisiones sonoras generadas por vehículos y maquinaria durante la construcción.
BIÓTICO	Cobertura de vegetación	Efectos de la remoción de la cubierta vegetal durante la preparación del sitio.
	Distribución de la fauna	Desplazamiento y emigración de fauna hacia áreas aledañas por las actividades del proyecto.
AMBIENTAL	Impacto al hábitat	Eliminación, reducción o deterioro de sitios de resguardo de las especies terrestres.
	Calidad sanitaria del paisaje	Condiciones ambientales del sitio y zonas aledañas: presencia de RSU, olores, gases, fauna nociva.
	Calidad estética del paisaje	Modificación de la calidad visual de la zona por la construcción del desarrollo inmobiliario.
SOCIOECONÓMICO	Economía local y generación de empleo	Oportunidades de empleo directo temporal y permanente generadas por el proyecto.
	Calidad de vida y beneficios sociales	Condiciones socioeconómicas de los habitantes actuales y futuros de la región.

Subsistema	Indicador de impacto	Descripción general
	Patrones de vida social	Modificaciones en los patrones de vida de los habitantes del sitio y colindancias.

V.3 CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Para la evaluación cuantitativa de los impactos se aplican los criterios definidos en la metodología de Fernández y Vitoria (2000). A continuación se describe cada criterio y sus valores posibles:

Tabla V-3. Criterios de evaluación de impactos ambientales — metodología Fernández y Vitoria (2000).

Criterio	Clave	Descripción	Valor	Significado
Carácter del impacto	CI	Efecto benéfico o perjudicial de la acción sobre el factor ambiental.	+1−1	PositivoNegativo
Intensidad del impacto	I	Grado de incidencia de la acción sobre el factor en su ámbito específico.	124812	BajaMediaAltaMuy altaTotal (destrucción)
Extensión del impacto	EX	Área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto.	1248	PuntualParcialExtensaTotal
Sinergia	SI	Reforzamiento de dos o más efectos simples que pueden acentuar las consecuencias del impacto.	124	No sinérgicoSinérgicoMuy sinérgico
Persistencia	PE	Tiempo que permanecerá el efecto desde su aparición.	124	Fugaz (<1 año)Temporal (1–10 años)Permanente (>10 años)

Criterio	Clave	Descripción	Valor	Significado
Efecto	EF	Relación causa-efecto: incidencia directa o indirecta sobre el factor.	12	Directo (primario)Indirecto (secundario)
Momento	MO	Plazo de manifestación del efecto desde que se ejecuta la acción.	124	Largo plazo (>5 años)Medio plazo (1–5 años)Inmediato (<1 año)
Acumulación	AC	Incremento progresivo del impacto cuando persiste de forma continua.	14	Simple (no acumulativo)Acumulativo
Capacidad de mitigación	MC	Posibilidad de introducir medidas correctoras.	1248	Fácil mitigaciónMitigación complejaMuy difícil de mitigarIrrecuperable
Reversibilidad	RV	Posibilidad de retornar a las condiciones iniciales por medios naturales.	124	Corto plazo (<1 año)Medio plazo (1–10 años)Irreversible (>10 años)
Periodicidad	PR	Regularidad de manifestación del efecto.	124	IrregularPeriódicaContinua

V.4 MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

A continuación se presenta la Matriz de Identificación de Impactos, que relaciona los factores medioambientales con los impactos identificados y la etapa del proyecto en que se generarán. Las etapas se identifican con las siguientes abreviaturas: **PS = Preparación del Sitio; C = Construcción; O = Operación y Mantenimiento.**

Tabla V-4. Matriz de identificación de impactos del proyecto ANTHIA por etapa.

Subsistema	Factor ambiental	Impactos identificados	Etapa
FÍSICO-QUÍMICO	Calidad del aire	Incorporación de polvos y partículas a la atmósfera por circulación de vehículos y maquinaria.Emisiones de gases de combustión por vehículos y maquinaria.	PS-C-O
	Calidad del suelo	Afectación por lixiviados, residuos sólidos y fisiológicos de los trabajadores.Riesgo de afectación por fugas o derrames de combustibles y aceites.	PS-C-O
	Estabilidad del suelo	Afectación de la estabilidad del suelo durante trabajos de excavación y nivelación. Disminución de la cubierta natural.	PS-C
	Calidad de la hidrología subterránea	Vulnerabilidad del acuífero a la contaminación por infiltración de fugas o derrames accidentales de aceites, combustibles y residuos.	PS-C-O
	Generación de ruido	Emisiones sonoras por vehículos, maquinaria pesada y actividades constructivas.	PS-C
BIÓTICO	Cobertura de vegetación	Remoción de la cubierta vegetal durante el desmonte y despalme del predio.	PS
	Distribución de la fauna	Desplazamiento y emigración de fauna silvestre hacia áreas aledañas por perturbación del hábitat.	PS-C
AMBIENTAL	Impacto al hábitat	Modificación del hábitat terrestre por la construcción del proyecto. Reducción de sitios de resguardo para fauna.	PS-C-O
	Calidad sanitaria del paisaje	Generación de residuos sólidos, fisiológicos y escombros de construcción durante las etapas de obra. RSU en la etapa de operación.	PS-C-O
	Calidad estética del paisaje	Creación de un paisaje modificado que cambia la calidad visual y la estructura del paisaje de la zona.	PS-C-O

Subsistema	Factor ambiental	Impactos identificados	Etapa
SOCIOECONÓMICO	Economía local y generación de empleo	Demanda de mano de obra local durante la ejecución de los trabajos de construcción y operación.	PS-C-O
	Calidad de vida y beneficios sociales	Mejora en las condiciones socioeconómicas de los habitantes de la región mediante el derrame económico del proyecto.	PS-C-O
	Patrones de vida social	Afectaciones mínimas y efectos benéficos sobre los patrones de vida de los pobladores cercanos a la obra.	PS-C-O

V.5 MATRIZ DE EVALUACIÓN CUANTITATIVA DE IMPACTOS

Una vez identificados los principales impactos por etapa del proyecto, se procede a la evaluación ambiental cuantitativa. A cada factor impactado se le asigna un valor numérico para cada criterio (CI, I, EX, SI, PE, EF, MO, AC, MC, RV, PR). A partir de la sumatoria ponderada de dichos valores, se calcula la Importancia del Impacto (IM) mediante la fórmula:

$$IM = \pm[3(I) + 2(EX) + SI + PE + EF + MO + AC + MC + RV + PR]$$

Los resultados se clasifican como Compatible (CO, IM ≤ 25), Moderado (M, 25 < IM ≤ 50), Severo (S, 50 < IM ≤ 75) o Crítico (C, IM > 75). La tabla se presenta con código de color para facilitar la lectura:

Verde = Positivo; Amarillo = Compatible (negativo ≤ 25); Naranja = Moderado (25-50); Rojo = Severo (>50).

Tabla V-5. Matriz de evaluación cuantitativa de impactos ambientales del proyecto ANTHIA.IM = ±[3(I)+2(EX)+SI+PE+EF+MO+AC+MC+RV+PR] | CO=Compatible | M=Moderado | S=Severo | C=Crítico

Factor	Etapa	CI	I	EX	SI	PE	EF	MO	AC	MC	RV	PR	IM	Clase
SUBSISTEMA ABIÓTICO (FÍSICO-QUÍMICO)														
Calidad del Aire	Preparación del Sitio	-1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	-16	CO
	Construcción	-1	1	1	1	1	1	4	1	4	1	1	-19	CO
	Operación y Mant.	-1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	-16	CO
Calidad del Suelo	Preparación del Sitio	-1	2	1	2	1	1	4	1	4	1	1	-23	CO
	Construcción	-1	1	1	2	1	1	4	1	4	1	1	-20	CO
	Operación y Mant.	-1	1	2	1	4	1	4	1	4	1	4	-25	CO
Estabilidad del Suelo	Preparación del Sitio	-1	1	2	2	4	1	4	1	4	4	1	-28	M
	Construcción	-1	1	2	2	1	1	4	1	4	4	1	-25	CO
	Operación y Mant.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
Calidad H. Subterránea	Preparación del Sitio	-1	1	1	2	1	1	4	1	4	1	1	-20	CO
	Construcción	-1	2	2	2	4	1	4	1	4	4	2	-31	M
	Operación y Mant.	-1	2	2	2	4	1	4	1	4	4	2	-32	M
Generación de Ruido	Preparación del Sitio	-1	1	1	2	1	1	4	1	1	1	1	-17	CO

Factor	Etapa	CI	I	EX	SI	PE	EF	MO	AC	MC	RV	PR	IM	Clase
	Construcción	-1	2	1	2	1	1	4	1	1	1	1	-20	CO
	Operación y Mant.	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-13	CO
SUBSISTEMA BIÓTICO														
Cobertura de Vegetación	Preparación del Sitio	-1	1	1	2	4	1	4	1	1	4	1	-23	CO
	Construcción	-1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	-16	CO
	Operación y Mant.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
Distribución de la Fauna	Preparación del Sitio	-1	1	1	2	4	1	4	1	1	1	1	-20	CO
	Construcción	-1	1	1	2	4	1	4	4	1	1	4	-25	CO
	Operación y Mant.	-1	1	1	1	4	1	4	4	2	1	4	-25	CO
SUBSISTEMA AMBIENTAL (PAISAJE Y CALIDAD)														
Impacto al Hábitat	Preparación del Sitio	-1	1	1	2	4	1	4	1	4	4	1	-26	M
	Construcción	-1	1	1	2	4	1	4	1	4	4	4	-29	M
	Operación y Mant.	-1	1	1	2	4	1	4	1	1	1	1	-20	CO
Calidad Sanitaria del Paisaje	Preparación del Sitio	-1	2	1	2	1	1	4	1	4	1	4	-26	M
	Construcción	-1	2	1	2	1	1	4	1	4	1	1	-23	CO
	Operación y Mant.	-1	1	1	2	4	1	4	1	4	1	4	-26	M

Factor	Etapa	CI	I	EX	SI	PE	EF	MO	AC	MC	RV	PR	IM	Clase
Calidad Estética del Paisaje	Preparación del Sitio	-1	4	1	2	4	1	4	1	4	4	4	-38	M
	Construcción	-1	4	1	2	4	1	4	1	4	4	4	-38	M
	Operación y Mant.	-1	4	1	2	4	1	4	1	4	4	4	-38	M
SUBSISTEMA SOCIOECONÓMICO														
Economía Local y Empleo	Preparación del Sitio	+1	2	4	2	1	1	4	1	1	1	1	26	CO
	Construcción	+1	2	4	2	4	1	4	1	1	1	4	34	M
	Operación y Mant.	+1	4	4	2	4	1	4	1	2	2	4	40	M
Calidad de Vida y Beneficios	Preparación del Sitio	+1	2	4	2	1	1	4	1	1	1	1	26	CO
	Construcción	+1	2	4	2	4	1	4	1	1	1	1	28	M
	Operación y Mant.	+1	4	4	2	4	1	4	1	2	2	4	40	M
Patrones de Vida Social	Preparación del Sitio	+1	2	1	2	1	1	4	1	1	1	1	20	CO
	Construcción	+1	2	1	2	4	1	4	1	1	1	4	26	CO
	Operación y Mant.	+1	4	1	2	4	1	4	1	2	2	4	34	M

V.6 ANÁLISIS DE RESULTADOS POR FACTOR Y SUBSISTEMA

Una vez evaluados y categorizados los impactos, se realizó un análisis de los valores obtenidos para generar un promedio de incidencia por factor y por subsistema. En la siguiente tabla se resumen dichos promedios:

Tabla V-6. Resumen de impactos por factor y subsistema — proyecto ANTHIA.(Verde=Positivo | Amarillo=Compatible | Naranja=Moderado)

Subsistema	Factor	Prep. Sitio	Construcción	Operación	Prom. Factor	Prom. Subsistema
ABIÓTICO	Calidad del Aire	-16	-19	-16	-17.0	-19.5
	Calidad del Suelo	-23	-20	-25	-22.7	
	Estabilidad del Suelo	-28	-25	0	-17.7	
	Calidad H. Subterránea	-20	-31	-32	-27.7	
	Generación de Ruido	-17	-20	-13	-16.7	
BIÓTICO	Cobertura de Vegetación	-23	-16	0	-13.0	-19.0
	Distribución de la Fauna	-20	-25	-25	-23.3	
	Impacto al Hábitat	-26	-29	-20	-25.0	
AMBIENTAL	Calidad Sanitaria del Paisaje	-26	-23	-26	-25.0	-29.3
	Calidad Estética del Paisaje	-38	-38	-38	-38.0	
SOCIOECONÓMICO	Economía Local y Empleo	26	34	40	33.3	+30.4
	Calidad de Vida y Beneficios	26	28	40	31.3	
	Patrones de Vida Social	20	26	34	26.7	
PROMEDIO		-12.7	-13.4	-8.8	-11.6	-11.6

Del análisis de los resultados obtenidos, se derivan las siguientes conclusiones generales:

1. El subsistema con mayor puntuación negativa es el Ambiental (paisaje), con un promedio de -29.3, siendo la Calidad Estética del Paisaje el factor de mayor impacto negativo con un promedio de -38.0 en todas las etapas. Esto se debe a que la construcción del fraccionamiento transforma de manera permanente e irreversible un área de vegetación secundaria en un desarrollo inmobiliario.

2. El subsistema Abiótico tiene un promedio de -19.5. Dentro de este, la Calidad de la Hidrología Subterránea presenta el mayor riesgo individual (-27.7), dada la vulnerabilidad del acuífero kárstico de la Península de Yucatán. No obstante, los sistemas individualizados de biodigestores mitigan significativamente este impacto durante la operación.

3. El subsistema Biótico presenta un promedio de -19.0. El impacto sobre la Cobertura de Vegetación es alto durante la Preparación del Sitio (-23) pero se reduce a 0 en las etapas posteriores al concluir el desmonte.

4. El subsistema Socioeconómico es el único con balance positivo (+30.4), siendo la Economía Local y Generación de Empleo el factor más positivo (+33.3 promedio). El mayor beneficio se materializa en la etapa de Operación, cuando el desarrollo habitacional proporciona vivienda, servicios y derrame económico de largo plazo a la comunidad de Hunucmá.

5. La etapa de Preparación del Sitio genera el promedio más negativo (-12.7), seguida de la Construcción (-13.4). La Operación y Mantenimiento presenta el menor impacto negativo (-8.8), gracias a las medidas de mitigación implementadas.

V.7 DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS SIGNIFICATIVOS

V.7.1 Impactos negativos significativos

Calidad Estética del Paisaje — IMPACTO MODERADO (IM = -38 en todas las etapas)

El impacto de mayor relevancia del proyecto es la modificación de la calidad estética del paisaje. La construcción del fraccionamiento ANTHIA transformará un área de vegetación secundaria derivada de selva baja caducifolia en un desarrollo inmobiliario habitacional. Este impacto es permanente (PE=4), de alta intensidad visual (I=4), y tiene una capacidad de mitigación limitada (MC=4) dado que la transformación del paisaje es un efecto inherente al tipo de proyecto. Sin embargo, el diseño del fraccionamiento contempla

mitigaciones específicas: las áreas verdes (30,564.50 m², 6.21% del predio) y el área de conservación ecológica (4,816.92 m², 1.00%) contribuirán a mantener elementos del paisaje natural dentro del desarrollo. El impacto se clasifica como MODERADO en todas las etapas (IM = -38).

Calidad de la Hidrología Subterránea — IMPACTO MODERADO (IM hasta -32 en Operación)

La altísima permeabilidad del sustrato kárstico de la región hace que el acuífero sea extremadamente vulnerable a la contaminación proveniente de las aguas residuales generadas por el proyecto. Durante la Preparación del Sitio y la Construcción el riesgo es compatible (IM=-20), limitado a derrames accidentales de aceites y combustibles. Durante la Operación, el riesgo aumenta (IM=-32, MODERADO) al generarse aguas residuales domésticas en las 916 viviendas. La medida de mitigación crítica es la instalación obligatoria de sistemas individualizados de biodigestores (Rotoplas 1,300 l o equivalente) en cada vivienda, que garantizan el tratamiento de las aguas antes de su infiltración al subsuelo, en cumplimiento del Criterio 55 del POETCY.

Impacto al Hábitat — IMPACTO MODERADO (IM hasta -29 en Construcción)

La construcción del fraccionamiento implica la eliminación permanente del hábitat de las 31 especies de fauna registradas en el predio. El impacto es más severo durante la Preparación del Sitio (IM=-26) y la Construcción (IM=-29), cuando la perturbación del suelo y la vegetación es mayor. En la Operación el hábitat residual en las áreas verdes y de conservación proporciona cierta cobertura para la fauna (IM=-20). Para mitigar este impacto se implementará un programa de rescate y reubicación de fauna silvestre (especialmente reptiles y aves con nidos activos) previo al inicio del desmonte, de conformidad con la LGVS.

Estabilidad del Suelo — IMPACTO MODERADO (IM = -28 en Preparación del Sitio)

Durante los trabajos de desmonte, despalme, excavación y nivelación del terreno (etapa de Preparación del Sitio) se producirá el mayor impacto sobre la estabilidad del suelo (IM=-28, MODERADO). Los Leptosoles presentes en el predio son altamente susceptibles a la erosión hídrica. Este impacto se reduce a compatible en la Construcción (IM=-25) y desaparece en la Operación (IM=0) una vez que las vialidades pavimentadas y las áreas construidas estabilizan el terreno. Las medidas de mitigación incluyen el control de escorrentía, la compactación adecuada del suelo antes del pavimento y la siembra temprana de vegetación en las áreas verdes.

Cobertura de Vegetación — IMPACTO COMPATIBLE (IM = -23 en Preparación del Sitio)

La remoción de la cubierta vegetal durante el desmonte y despalme es un impacto que se concentra en la etapa de Preparación del Sitio (IM=−23, compatible). Aunque afecta a las 28 especies vegetales registradas, ninguna se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010. El impacto es irreversible para el área desmontada, pero las áreas verdes y de conservación del diseño del fraccionamiento permitirán la reintroducción de especies nativas, compensando parcialmente este impacto.

V.7.2 Impactos positivos significativos

Economía Local y Generación de Empleo — IMPACTO MODERADO POSITIVO (IM hasta +40 en Operación)

El proyecto ANTHIA tendrá un impacto positivo significativo sobre la economía local y la generación de empleo en el municipio de Hunucmá. Durante la Preparación del Sitio se requieren ~30 personas para trabajos de limpieza y desmonte (IM=+26, compatible). Durante la Construcción la demanda se amplía a ~50 personas incluyendo albañilería y seguridad (IM=+34, moderado). El mayor impacto positivo se manifiesta en la Operación (IM=+40, moderado), cuando el fraccionamiento genera empleos permanentes en servicios de mantenimiento, seguridad, comercio y administración, además del derrame económico multiplicador en la región.

Calidad de Vida y Beneficios Sociales — IMPACTO MODERADO POSITIVO (IM hasta +40 en Operación)

La construcción y operación del fraccionamiento ANTHIA contribuye positivamente a la calidad de vida de los habitantes actuales y futuros de la región. En la Operación (IM=+40, moderado), el proyecto incorpora 916 viviendas formales con todos los servicios básicos a un municipio donde el 45% de la población vive en pobreza moderada y el 81.4% de las viviendas cuentan con drenaje. El fraccionamiento contribuirá al déficit habitacional del municipio y a la mejora del bienestar de sus futuros habitantes.

V.8 CONCLUSIONES DE LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS

El análisis de los impactos ambientales generados por el proyecto "ANTHIA" permite llegar a las siguientes conclusiones:

1. Ningún impacto identificado alcanza la categoría de SEVERO (IM > 50) o CRÍTICO (IM > 75). El impacto de mayor magnitud corresponde a la Calidad Estética del Paisaje con IM = −38, clasificado como MODERADO.

2. El subsistema con mayor número de impactos negativos es el Ambiental (paisaje), con un promedio de –29.3. Sin embargo, todos sus impactos son MODERADOS y susceptibles de medidas de mitigación.

3. El subsistema Socioeconómico presenta impactos positivos que compensan parcialmente los impactos negativos del sistema ambiental, con un promedio de +30.4.

4. La etapa de mayor incidencia ambiental negativa es la Construcción (promedio –13.4), seguida de la Preparación del Sitio (–12.7). La Operación y Mantenimiento presenta el menor impacto negativo (–8.8).

5. La implementación de las medidas de prevención y mitigación descritas en el Capítulo VI del presente MIA permitirá reducir significativamente la magnitud de los impactos identificados, confirmando la viabilidad ambiental del proyecto.

En el Capítulo VI se presentan las medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales identificados en el presente capítulo, organizadas por etapa del proyecto y por factor ambiental impactado.

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD PARTICULAR

CAPÍTULO VI

MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

PROYECTO:

"ANTHIA"

PICH CONSULTORÍA AMBIENTAL

Junio 2026

CONTENIDO

CONTENIDO **2**
CAPÍTULO VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES **3**
VI.1 RESUMEN DE MEDIDAS 3
VI.2 MEDIDAS PREVENTIVAS 5
VI.3 MEDIDAS DE MITIGACIÓN 14
VI.4 IMPACTOS RESIDUALES 19
VI.5 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL 22
VI.5.1 Nombre y justificación 22
VI.5.2 Objetivos 22
VI.5.3 Metodología de vigilancia 23
VI.5.4 Frecuencia de las visitas de inspección 23
VI.5.5 Puntos de verificación en cada visita de inspección 24
VI.5.6 Documentación y reportes 26
VI.5.7 Responsables del Programa de Vigilancia Ambiental 26

CAPÍTULO VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

En el presente capítulo se describen las medidas de prevención y mitigación que se implementarán para reducir, compensar o eliminar los impactos ambientales negativos identificados en el Capítulo V del presente Manifiesto de Impacto Ambiental. Estas medidas se derivan del análisis de las actividades del proyecto "ANTHIA" y de las condiciones ambientales del área de influencia.

Las medidas se organizan en dos categorías: (a) medidas preventivas, cuyo objetivo es evitar que se generen los impactos; y (b) medidas de mitigación, cuyo objetivo es reducir o compensar los impactos que no sea posible prevenir. La implementación de estas medidas es total y completa responsabilidad del promovente, THEMBA DESARROLLOS S.A. de C.V., a través de su representante legal.

VI.1 RESUMEN DE MEDIDAS

A continuación se presenta un resumen de todas las medidas contempladas, organizadas por tipo y etapa de aplicación:

Clave	Nombre de la medida	Tipo	Impactos que atiende	Etapas
MEDIDAS PREVENTIVAS				
MP-01	Capacitación y sensibilización al personal	Preventiva	Fauna, vegetación, suelo, calidad sanitaria	Previa + PS-C-O
MP-02	Reglamento de uso y mantenimiento de maquinaria	Preventiva	Calidad del aire, suelo, ruido	PS-C

Clave	Nombre de la medida	Tipo	Impactos que atiende	Etapas
MP-03	Manejo y disposición de residuos sólidos	Preventiva	Calidad sanitaria del paisaje, suelo	PS-C-O
MP-04	Manejo de residuos fisiológicos y aguas residuales	Preventiva	H. subterránea, calidad sanitaria, paisaje	PS-C-O
MP-05	Rescate y reubicación de flora y fauna	Preventiva	Vegetación, fauna, hábitat terrestre	Previa + PS
MP-06	Control de polvo y emisiones atmosféricas	Preventiva	Calidad del aire	PS-C
MP-07	Control y restricción de horarios de obra	Preventiva	Generación de ruido, patrones de vida	PS-C
MEDIDAS DE MITIGACIÓN				
MM-01	Saneamiento periódico del terreno	Mitigación	Suelo, agua subterránea, calidad sanitaria	PS-C-O
MM-02	Protocolo de atención a derrames	Mitigación	Calidad del suelo y agua subterránea	PS-C
MM-03	Establecimiento de áreas verdes con vegetación nativa	Mitigación	Vegetación, hábitat, calidad estética del paisaje	C-O

Clave	Nombre de la medida	Tipo	Impactos que atiende	Etapas
MM-04	Mantenimiento de biodigestores y sistemas de tratamiento	Mitigación	Calidad de la hidrología subterránea	O

Tabla VI-1. Resumen de medidas preventivas y de mitigación — proyecto ANTHIA. (PS=Preparación del Sitio | C=Construcción | O=Operación | Previa=Antes del inicio de obra)

VI.2 MEDIDAS PREVENTIVAS

Las medidas preventivas tienen como objetivo anticiparse a los impactos negativos del proyecto, evitando que se generen las condiciones que los originan. A continuación se describe cada medida en su ficha correspondiente:

MP-01 CAPACITACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN AMBIENTAL AL PERSONAL	
Descripción	Previo al inicio de las actividades del proyecto, se realizará una junta formativa obligatoria dirigida a todos los trabajadores, contratistas y empresas externas que participen en el proyecto. En dicha junta se comunicarán las normas de conducta ambiental que deberán respetarse durante todas las etapas del proyecto: • Los residuos generados deberán depositarse únicamente en los contenedores o áreas designadas para tal efecto. Está estrictamente prohibido depositar basura fuera de los contenedores o a cielo abierto. • Queda estrictamente prohibida la caza, captura, agresión o perturbación de cualquier especie de fauna que se encuentre dentro o en las inmediaciones del predio. En caso de encuentro con fauna, se deberá reubicar o ahuyentar hacia áreas no afectadas. • Está estrictamente prohibido el uso de fuego en el predio, incluyendo la quema de vegetación y/o residuos. • El mantenimiento de vehículos y/o maquinaria está prohibido dentro del área del proyecto. • Se prohíbe la introducción de alimentos a las zonas de trabajo; se habilitará un área específica para la alimentación y descanso del personal. •

	Está prohibido el uso de equipo de audio con altos volúmenes dentro del predio durante el horario de trabajo.
Objetivo	Evitar la aplicación errónea u omisión de las medidas de prevención por parte de los empleados por desconocimiento, contribuyendo a una puesta en marcha más eficiente del proyecto y a una disminución considerable de los impactos negativos sobre el medio ambiente.
Impactos a prevenir	Distribución de fauna silvestre; cobertura vegetal; erosión y pérdida de calidad del suelo; calidad sanitaria del paisaje; generación de ruido excesivo.
Indicador de eficiencia	Se realizarán rondas de vigilancia periódicas para verificar que las normas se estén cumpliendo. Registro de incidencias por incumplimiento. Lista de asistencia firmada a la junta formativa.
Responsable	THEMBA DESARROLLOS S.A. de C.V. / Supervisor ambiental de obra
Etapas de aplicación	La junta formativa se realizará de manera obligatoria antes del inicio de cualquier actividad. El monitoreo del cumplimiento de las normas se mantendrá durante las etapas de Preparación del Sitio, Construcción y Operación.

MP-02 REGLAMENTO DE USO Y MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y VEHÍCULOS	
Descripción	Se establecerá un reglamento formal para el uso y mantenimiento de toda la maquinaria y vehículos que operen dentro del proyecto. Este reglamento será de conocimiento obligatorio para trabajadores y empresas externas. Toda maquinaria y vehículo que vaya a acceder al predio deberá pasar previamente por un taller especializado para su verificación, afinación y mantenimiento preventivo. El reglamento incluirá: • Queda prohibido dar mantenimiento a vehículos o maquinaria dentro del sitio. Para ello, deberán ser trasladados a un taller externo autorizado. • El área de resguardo de maquinaria y vehículos contará con lonas impermeables para prevenir derrames al suelo. • La maquinaria no podrá permanecer encendida cuando no esté en uso activo

	(motor en marcha mínima innecesario). • La circulación de maquinaria y vehículos se restringirá a los caminos internos previamente establecidos. • Solo personal autorizado y capacitado podrá operar la maquinaria pesada. • Se establecerán horarios específicos para el uso de maquinaria ruidosa, que no afecten la dinámica de las comunidades cercanas.
Objetivo	Prevenir impactos al medio ambiente por el uso inadecuado u operación deficiente de la maquinaria; reducir el riesgo de derrames de aceites y combustibles; controlar las emisiones de gases y ruido dentro de los límites establecidos por las NOMs aplicables.
Impactos a prevenir	Calidad y estabilidad del suelo; calidad del aire; generación de ruido; calidad sanitaria del ambiente.
Indicador de eficiencia	Comprobantes de verificación y mantenimiento periódico de maquinaria y vehículos. Reportes de falla, averías o mal funcionamiento. Reporte de quejas por ruido de pobladores cercanos. Ausencia de derrames dentro del predio.
Responsable	THEMBA DESARROLLOS S.A. de C.V. / Residente de obra / Supervisor ambiental
Etapas de aplicación	La inspección y certificación de la maquinaria se realizará previo al inicio de actividades. El mantenimiento periódico y la observancia del reglamento se mantendrán durante las etapas de Preparación del Sitio y Construcción.

MP-03 MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS	
Descripción	Se implementará un sistema de manejo integral de residuos sólidos urbanos (RSU) durante todas las etapas del proyecto: • Se prohíbe la introducción de alimentos a las zonas de trabajo activo. Se habilitará un área específica para la alimentación y descanso del personal, debidamente señalizada. • Se instalarán contenedores con tapa, sellados e identificados por tipo de residuo

	(orgánico, inorgánico reciclable, plásticos) en puntos estratégicos del predio. • Los contenedores se ubicarán sobre superficies impermeabilizadas con lona para evitar lixiviados al suelo. • Los contenedores se colocarán en áreas alejadas de la posible presencia de fauna nociva. • Los residuos no podrán almacenarse más de 3 días en el sitio; serán recolectados y trasladados al relleno sanitario municipal autorizado del municipio de Hunucmá. • Los residuos de manejo especial (escombros, material de demolición, restos de materiales de construcción) serán clasificados y trasladados a sitios autorizados para su disposición conforme a la LGPGIR.
Objetivo	Garantizar la correcta clasificación, almacenamiento temporal y disposición final de los residuos sólidos generados durante todas las etapas del proyecto; prevenir la contaminación del suelo y el acuífero; evitar la proliferación de fauna nociva y enfermedades.
Impactos a prevenir	Calidad sanitaria del paisaje; contaminación del suelo; calidad de la hidrología subterránea.
Indicador de eficiencia	Registros de presencia de RSU fuera de los contenedores durante las visitas de inspección. Comprobantes de recolección por empresa autorizada. Ausencia de residuos dispersos en el predio.
Responsable	THEMBA DESARROLLOS S.A. de C.V. / Supervisor ambiental / Empresa recolectora autorizada por el municipio de Hunucmá
Etapas de aplicación	Esta medida se llevará a cabo durante las tres etapas del proyecto (Preparación del Sitio, Construcción y Operación), incluyendo la etapa de operación en la que los residentes serán responsables de la clasificación de sus RSU y de su entrega al servicio municipal de recolección.

MP-04 MANEJO DE RESIDUOS FISIOLÓGICOS Y AGUAS RESIDUALES	
Descripción	Esta medida comprende dos etapas diferenciadas: Etapa 1 (Preparación del Sitio y Construcción): Se instalarán letrinas portátiles sanitarias para el uso exclusivo del personal de obra, en proporción de una letrina por cada cinco trabajadores activos en

	el predio. La empresa arrendadora del servicio será responsable de: (a) la instalación y desmantelamiento de las letrinas; (b) la limpieza y saneamiento periódico (mínimo cada 72 horas); y (c) el tratamiento y disposición final adecuada de los residuos fisiológicos y aguas residuales generados, conforme a la normativa vigente. Queda estrictamente prohibido realizar actividades fisiológicas dentro del predio o en sus inmediaciones fuera de los sanitarios instalados. Etapa 2 (Operación): Cada lote habitacional del fraccionamiento ANTHIA contará con un sistema individualizado de tratamiento de aguas residuales basado en biodigestores (Rotoplas 1,300 litros o equivalente modelo DLD14). El mantenimiento periódico del biodigestor (cada 10 a 30 meses según el fabricante) será responsabilidad del futuro propietario, quien deberá contratar empresas especializadas con camiones cisterna autorizados para la extracción y disposición del lodo acumulado. Las aguas tratadas podrán ser reutilizadas para riego de áreas verdes conforme a la NOM-003-SEMARNAT-1997.
Objetivo	Evitar la contaminación fisiológica del suelo y el acuífero kárstico; proveer al personal de condiciones higiénicas y seguras para sus necesidades sanitarias; garantizar el tratamiento de las aguas residuales domésticas durante la operación; prevenir enfermedades e infecciones en los trabajadores y futuros residentes.
Impactos a prevenir	Calidad de la hidrología subterránea; calidad sanitaria del paisaje; calidad del aire (malos olores); calidad de vida; disponibilidad de agua.
Indicador de eficiencia	Durante las visitas de inspección: verificación del correcto uso y estado de funcionamiento de los sanitarios portátiles; comprobantes de servicio de la empresa arrendadora; ausencia de evidencias de actividades fisiológicas fuera de los sanitarios. En operación: registros de mantenimiento de los biodigestores por parte de los propietarios.
Responsable	Etapas PS y C: THEMBA DESARROLLOS S.A. de C.V. / Empresa arrendadora de sanitarios portátiles. Etapa O: Futuros propietarios / Empresa especializada en mantenimiento de biodigestores.

Etapas de aplicación	Preparación del Sitio y Construcción (letrinas portátiles); Operación y Mantenimiento (biodigestores individuales, de manera permanente durante la vida útil del proyecto).

MP-05 RESCATE Y REUBICACIÓN DE FLORA Y FAUNA SILVESTRES	
Descripción	Con el fin de proteger y salvaguardar la flora y fauna del área del proyecto, se realizará una inspección sistemática del predio previa al inicio de las actividades de desmonte y despalme, siguiendo el protocolo que a continuación se describe: Inspección previa: Un biólogo o técnico forestal calificado realizará recorridos del predio para identificar la presencia de: (a) Ejemplares vegetales de interés ecológico (especialmente Bursera simaruba, Pilosocereus gaumeri, Nopalea inaperta, Selenicereus grandiflorus y Neomillspaughia emarginata) que puedan ser rescatados para su trasplante a las áreas verdes del fraccionamiento; (b) Especies de fauna con nidos activos (aves y reptiles), que deberán ser rescatadas y reubicadas en el área de conservación ecológica o en la vegetación de las áreas verdes del propio fraccionamiento; (c) Nidos de fauna con crías o huevos, que deberán permanecer in situ hasta que las crías sean independientes, retrasando si es necesario el inicio del desmonte en esa área específica. Normas permanentes durante el desmonte: • Queda prohibida la caza, captura, agresión o perturbación deliberada de cualquier especie de fauna dentro del predio y sus inmediaciones. • Está prohibido matar o dañar cualquier especie de flora o fauna. • En caso de encontrarse fauna silvestre durante los trabajos, se deberá detener la actividad y reubicarla hacia áreas no afectadas.
Objetivo	Salvaguardar las poblaciones de flora y fauna del predio; contribuir a la conectividad ecológica del área; rescatar ejemplares vegetales de interés para enriquecer las áreas verdes del fraccionamiento; minimizar el impacto sobre la fauna silvestre durante la etapa de mayor perturbación.

Impactos a prevenir/mitigar	Pérdida de cobertura vegetal; distribución de la fauna terrestre; pérdida de hábitat terrestre.
Indicador de eficiencia	Reportes escritos con listado de las especies de flora rescatadas y su destino de trasplante. Reportes de fauna rescatada o reubicada. Registro de nidos activos identificados y acciones tomadas. Ausencia de evidencias de caza o captura de fauna durante las inspecciones.
Responsable	THEMBA DESARROLLOS S.A. de C.V. / Biólogo o técnico forestal calificado contratado para el rescate / Supervisor ambiental de obra
Etapas de aplicación	La inspección de rescate se realizará de manera obligatoria en los 15 días previos al inicio del desmonte. Las normas de protección de fauna se mantendrán durante todas las etapas del proyecto.

MP-06 CONTROL DE POLVO Y EMISIONES ATMOSFÉRICAS	
Descripción	Para prevenir la dispersión de polvo y minimizar las emisiones a la atmósfera durante las etapas de Preparación del Sitio y Construcción, se implementarán las siguientes medidas: • Se aplicará riego periódico con agua (cada 2–4 horas o según condiciones de viento) en las zonas de trabajo, vías de circulación internas y áreas de acopio de material pétreo para mantener el suelo húmedo y evitar la dispersión de polvo. • Los materiales pétreos y producto de excavación deberán mantenerse cubiertos con lonas cuando no estén siendo utilizados, especialmente durante condiciones de viento intenso. • La circulación de vehículos de carga dentro del predio se limitará a velocidades máximas de 20 km/h para reducir la dispersión de polvo. • Toda la maquinaria y vehículos a gasolina contarán con verificación vehicular vigente conforme a la NOM-041-SEMARNAT-2015; la maquinaria diésel contará con verificación de opacidad conforme a la NOM-045-SEMARNAT-2017. • Se solicitarán a las empresas

	arrendadoras de maquinaria los comprobantes de mantenimiento periódico preventivo de todos los equipos.
Objetivo	Mantener la calidad del aire dentro de los límites establecidos en las NOMs aplicables; reducir las molestias por polvo a los trabajadores y comunidades aledañas; cumplir con los estándares de emisiones de gases y opacidad de la NOM-041-SEMARNAT-2015 y NOM-045-SEMARNAT-2017.
Impactos a prevenir	Calidad del aire; calidad del suelo (por depositación de polvo contaminante); calidad de vida de comunidades aledañas.
Indicador de eficiencia	Comprobantes de verificación vehicular y de opacidad de maquinaria. Registros de frecuencia de riego en bitácora de obra. Ausencia de quejas por polvo o emisiones de parte de la comunidad cercana.
Responsable	THEMBA DESARROLLOS S.A. de C.V. / Residente de obra / Empresas arrendadoras de maquinaria
Etapas de aplicación	Preparación del Sitio y Construcción.

MP-07 CONTROL Y RESTRICCIÓN DE HORARIOS DE OBRA	
Descripción	Con el fin de minimizar las molestias por ruido y vibraciones a las comunidades cercanas al predio del proyecto, se establecerán los siguientes lineamientos de horario para las actividades constructivas: • Todas las actividades generadoras de ruido (operación de maquinaria pesada, demolición, compactación, carga y descarga de materiales) se realizarán exclusivamente en horario diurno: de las 07:00 a las 20:00 horas, de lunes a sábado. • Queda prohibida la operación de maquinaria y la realización de actividades ruidosas en días festivos nacionales o en horarios nocturnos (20:00 a 07:00 horas). • Los niveles de ruido generados no deberán exceder los límites establecidos en la NOM-080-SEMARNAT-1994 (fuentes móviles) ni en la NOM-081-

	SEMARNAT–1994 (fuentes fijas). • En caso de recibirse quejas justificadas por ruido de parte de vecinos o autoridades, se deberán revisar y ajustar los horarios y métodos de trabajo de manera inmediata.
Objetivo	Minimizar las afectaciones por ruido y vibraciones a los patrones de vida de las comunidades aledañas; cumplir con los límites establecidos en las NOMs aplicables en materia de ruido; prevenir conflictos sociales derivados de las actividades constructivas.
Impactos a prevenir	Generación de ruido; patrones de vida social de comunidades aledañas; distribución de fauna sensible al ruido.
Indicador de eficiencia	Registro de horarios de operación de maquinaria en bitácora de obra. Ausencia de quejas formales por ruido de parte de los pobladores de Hunucmá. Cumplimiento verificable de los límites de la NOM–080 y NOM–081.
Responsable	THEMBA DESARROLLOS S.A. de C.V. / Residente de obra
Etapas de aplicación	Preparación del Sitio y Construcción.

VI.3 MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Las medidas de mitigación se aplican a aquellos impactos negativos que, por ser inherentes al tipo de proyecto, no pueden ser completamente prevenidos pero sí reducidos en su magnitud, duración o extensión. A continuación se describen las medidas de mitigación específicas para el proyecto ANTHIA:

MM-01 SANEAMIENTO PERIÓDICO DEL TERRENO	
Descripción	A pesar de que la medida preventiva MP–03 establece el manejo adecuado de residuos sólidos, las actividades del proyecto no están exentas de generar residuos dispersos. Por ello, se realizarán saneamientos periódicos y continuos durante todas las etapas del proyecto: • Se efectuarán recorridos de limpieza del predio con

	frecuencia mínima de tres veces por semana durante las etapas de Preparación del Sitio y Construcción, y semanal durante la Operación. • Todos los residuos sólidos encontrados fuera de los contenedores serán recolectados, clasificados (orgánico, inorgánico, RME) y depositados en los contenedores correspondientes para su traslado al relleno sanitario municipal autorizado. • Los materiales de construcción dispersos (restos de block, concreto, acero) serán recolectados y dispuestos en el sitio de acopio de RME. • Durante la etapa de Operación, se establecerá un programa municipal de recolección de residuos domésticos para el fraccionamiento, coordinado con el servicio de limpia del municipio de Hunucmá.
Objetivo	Mantener el predio libre de residuos sólidos en todo momento; prevenir la contaminación del suelo y el acuífero por lixiviados; mantener las condiciones sanitarias e higiénicas del sitio; reducir el impacto visual sobre la calidad estética del paisaje.
Impactos a mitigar	Contaminación del suelo y subsuelo; calidad de la hidrología subterránea; calidad sanitaria del paisaje; calidad estética del paisaje.
Indicador de eficiencia	Registros de recorridos de limpieza en bitácora de obra. Ausencia de RSU dispersos dentro del predio durante las visitas de inspección ambiental. Comprobantes de recolección y disposición por empresa autorizada.
Responsable	THEMBA DESARROLLOS S.A. de C.V. (PS y C) / Administración del fraccionamiento + Servicio de limpia municipal de Hunucmá (O)
Etapas de aplicación	Todas las etapas del proyecto (Preparación del Sitio, Construcción y Operación y Mantenimiento).

MM-02 PROTOCOLO DE ATENCIÓN A DERRAMES DE SUSTANCIAS CONTAMINANTES	
Descripción	En el supuesto de que ocurriese un derrame accidental de aceite, combustible u otra sustancia contaminante dentro del predio, se aplicará inmediatamente el siguiente protocolo de respuesta: 1. Detener inmediatamente las actividades del vehículo o maquinaria involucrada. 2. Identificar y, si es posible, cortar la fuente del derrame (fuga en el depósito de combustible, aceite, etc.). 3. Retirar el vehículo o maquinaria defectuosa del predio y trasladarlo a un taller externo especializado. 4. Delimitar y señalizar el área afectada para evitar la dispersión de la sustancia. 5. Aplicar materiales absorbentes granulados (arena, aserrín, tierra de diatomeas) sobre el derrame para contener la mayor cantidad posible de la sustancia. 6. Retirar el suelo o arena impregnada con la sustancia contaminante y colocarla en tambos metálicos herméticos de 200 litros, debidamente etiquetados como residuos peligrosos. 7. Contratar una empresa autorizada por SEMARNAT para el manejo, transporte y disposición final de los residuos peligrosos generados, obteniendo el comprobante de recolección, el manifiesto de transporte y el de disposición final. 8. Reportar el incidente al supervisor ambiental y al responsable del proyecto.
Objetivo	Evitar la contaminación del suelo y el acuífero kárstico por infiltración de sustancias contaminantes; dar un manejo adecuado a los residuos peligrosos generados por el derrame; minimizar el área afectada por la contaminación.
Impactos a mitigar	Calidad del suelo; calidad de la hidrología subterránea.
Indicador de eficiencia	Número de derrames reportados vs. número de derrames atendidos con el protocolo. Manifiestos de recolección y disposición final de residuos peligrosos emitidos por empresa autorizada. Ausencia de manchas de combustible u aceite en el suelo del predio.
Responsable	Residente de obra / Supervisor ambiental / Empresa autorizada por SEMARNAT para manejo de residuos peligrosos

Etapas de aplicación	Preparación del Sitio y Construcción (etapas de mayor uso de maquinaria). Operación (como protocolo de emergencia para los propietarios).

MM-03 ESTABLECIMIENTO DE ÁREAS VERDES CON VEGETACIÓN NATIVA REGIONAL	
Descripción	Con el objetivo de compensar parcialmente la pérdida de cobertura vegetal derivada del desmonte del predio y mejorar la calidad estética del paisaje del fraccionamiento, se implementará un programa de establecimiento de áreas verdes con vegetación nativa: • Las áreas verdes del fraccionamiento (30,564.50 m², 6.21% del predio) se establecerán preferentemente con especies nativas de la selva baja caducifolia de Yucatán, especialmente las registradas en el muestreo florístico del predio (Bursera simaruba, Lysiloma latisiliquum, Piscidia piscipula, Caesalpinia gaumeri, Gymnopodium floribundum, entre otras). • El área de conservación ecológica (4,816.92 m², 1.00%) se mantendrá con la vegetación natural existente, sin ningún tipo de intervención, salvo el retiro de residuos sólidos. • Los ejemplares vegetales rescatados durante la medida MP-05 serán trasplantados prioritariamente a las áreas verdes y al área de conservación. • Se prohíbe la introducción de especies vegetales exóticas invasoras en las áreas verdes y de conservación del fraccionamiento. • Las áreas verdes contarán con sistemas de riego eficiente (preferentemente riego por goteo) para favorecer el establecimiento de la vegetación en la temporada de secas.
Objetivo	Compensar parcialmente la pérdida de cobertura vegetal; mejorar la calidad estética del paisaje del fraccionamiento; contribuir a la conectividad ecológica del área; favorecer la presencia de fauna nativa en el desarrollo; contribuir a la recarga del acuífero kárstico.
Impactos a mitigar	Pérdida de cobertura vegetal; pérdida de hábitat terrestre; calidad estética del paisaje; microclima.

Indicador de eficiencia	Porcentaje de superficie de áreas verdes establecidas con vegetación nativa. Número de especies nativas utilizadas en el programa de revegetación. Tasas de supervivencia de los trasplantes realizados durante el rescate faunístico-florístico (meta: ≥70%).
Responsable	THEMBA DESARROLLOS S.A. de C.V. (etapa de construcción) / Administración del fraccionamiento y propietarios (etapa de operación)
Etapas de aplicación	Construcción (establecimiento inicial de áreas verdes al avanzar la urbanización); Operación y Mantenimiento (mantenimiento y enriquecimiento permanente de las áreas verdes).

MM-04 MANTENIMIENTO DE SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	
Descripción	Con el fin de garantizar el funcionamiento correcto y continuo de los sistemas individualizados de biodigestores durante la etapa de operación, y para proteger la calidad del acuífero kárstico, se implementará el siguiente programa de mantenimiento: • Cada futuro propietario recibirá, al momento de la escrituración, el manual de operación y mantenimiento del sistema de biodigestor instalado en su predio. • El programa de mantenimiento preventivo incluye: (a) revisión semestral del sistema para identificar posibles fugas o daños en las conexiones; (b) extracción periódica del lodo acumulado en el biodigestor cada 10 a 30 meses, según el manual del fabricante, por empresa especializada con camión cisterna autorizado; (c) registro del mantenimiento realizado en bitácora del propietario. • El mantenimiento correctivo (reparaciones o sustitución del equipo) deberá ser atendido de manera inmediata ante cualquier falla que comprometa el tratamiento de las aguas residuales. • Las aguas tratadas que sean utilizadas para riego de áreas verdes deberán cumplir con los límites de la NOM-003-SEMARNAT-1997.

Objetivo	Garantizar el tratamiento efectivo y continuo de las aguas residuales domésticas durante la vida útil del fraccionamiento; proteger la calidad del acuífero kárstico de la Península de Yucatán; cumplir con el Criterio 55 y 57 del POETCY UGA HUN16-SEL_AP2.
Impactos a mitigar	Calidad de la hidrología subterránea; calidad sanitaria del paisaje; calidad de vida.
Indicador de eficiencia	Registros de mantenimiento periódico de los biodigestores por propietario (comprobantes de servicio de empresa especializada). Ausencia de evidencias de mal funcionamiento o saturación de biodigestores durante inspecciones.
Responsable	Futuros propietarios de los lotes del fraccionamiento ANTHIA / Empresa especializada en mantenimiento de biodigestores con vehículo cisterna autorizado
Etapas de aplicación	Operación y Mantenimiento (de manera permanente durante la vida útil del proyecto: 99 años).

VI.4 IMPACTOS RESIDUALES

Se conoce como "impacto residual" al efecto que permanece en el ambiente después de la aplicación de las medidas de prevención y mitigación. A continuación se presentan los impactos residuales esperados por componente ambiental, considerando la implementación total de las medidas descritas en el presente capítulo:

Componente ambiental	Impacto residual esperado	Valoración residual
Calidad del aire	Con la implementación de las medidas de control de polvo (MP-06) y el mantenimiento de la maquinaria (MP-02), las emisiones residuales de polvo y gases serán mínimas y temporales. No se contemplan impactos residuales significativos.	MÍNIMO — Compatible

Componente ambiental	Impacto residual esperado	Valoración residual
Calidad y estabilidad del suelo	La correcta gestión de RSU (MP-03, MM-01) y el protocolo de atención a derrames (MM-02) reducirán al mínimo el riesgo de contaminación del suelo. La estabilidad del suelo se recuperará gradualmente con el establecimiento de las vialidades pavimentadas y las áreas verdes. No se contemplan impactos residuales importantes.	MÍNIMO — Compatible
Calidad de la hidrología subterránea	El uso de biodigestores individuales en cada vivienda (MP-04, MM-04) garantiza el tratamiento de las aguas residuales antes de su infiltración al subsuelo. Dado el carácter permanente del fraccionamiento y la vulnerabilidad del acuífero kárstico, este impacto persiste como el de mayor relevancia residual. El mantenimiento periódico de los biodigestores es la acción más crítica para minimizarlo.	MODERADO — Requiere mantenimiento continuo
Cobertura vegetal	La remoción de vegetación secundaria durante el desmonte es un impacto irreversible en las áreas construidas. Sin embargo, el establecimiento de áreas verdes con vegetación nativa (MM-03) compensará parcialmente esta pérdida. El área de conservación ecológica (4,816.92 m^2) permanecerá sin intervención.	MODERADO — Compensado parcialmente por áreas verdes
Fauna silvestre	Gracias al rescate y reubicación de fauna (MP-05) y a la creación de áreas verdes con vegetación nativa (MM-03), las especies de mayor movilidad y amplia distribución (19 aves, 7 mamíferos) podrán adaptarse a las nuevas condiciones del entorno. El impacto residual es moderado sobre las especies de menor movilidad (reptiles, anfibios).	MODERADO — Reducido por rescate y creación de hábitat en áreas verdes

Componente ambiental	Impacto residual esperado	Valoración residual
Calidad estética del paisaje	La transformación del predio en un fraccionamiento habitacional es un impacto permanente e irreversible que constituye el impacto residual de mayor magnitud del proyecto. El diseño paisajístico con áreas verdes arborizadas, el área de conservación y el mantenimiento del fraccionamiento contribuirán a la mejora progresiva de la calidad estética del paisaje durante la operación.	MODERADO RESIDUAL — El paisaje mejorará gradualmente durante la operación
Aspectos socioeconómicos	El impacto socioeconómico residual durante la operación es POSITIVO: el fraccionamiento ANTHIA generará beneficios económicos permanentes para la comunidad de Hunucmá a través del empleo, el comercio local y el derrame económico de los 916 propietarios. Se considera el impacto residual positivo más relevante del proyecto.	POSITIVO — Impacto residual benéfico de largo plazo

Tabla VI-2. Impactos residuales por componente ambiental — proyecto ANTHIA.

En conclusión, con base en las condiciones ambientales del área de influencia del proyecto y considerando la implementación total de las medidas de prevención y mitigación descritas en el presente capítulo, se puede afirmar que no existirán impactos de categoría SEVERO ni CRÍTICO en el proyecto ANTHIA. Los impactos residuales de mayor relevancia corresponden a la calidad estética del paisaje (permanente, moderado, compensado por áreas verdes) y a la calidad de la hidrología subterránea (permanente, moderado, controlado por el sistema de biodigestores). Ambos son manejables con las medidas implementadas y el adecuado programa de vigilancia ambiental. El impacto socioeconómico residual durante la operación es positivo y de largo plazo, siendo el más beneficioso del proyecto.

VI.5 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

VI.5.1 Nombre y justificación

Programa de Vigilancia Ambiental para el proyecto "ANTHIA", municipio de Hunucmá, Yucatán.

Un Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) es un sistema que garantiza el cumplimiento de las medidas establecidas a partir de la evaluación de impacto ambiental. El presente PVA tiene como fundamento las medidas preventivas y de mitigación descritas en el presente capítulo y las condicionantes que establezca la SEMARNAT en la autorización de impacto ambiental correspondiente.

VI.5.2 Objetivos

Objetivos generales:

- Controlar la correcta ejecución de las medidas de prevención y mitigación previstas en este MIA.
- Verificar los estándares de calidad de los materiales y métodos empleados en las actuaciones de índole ambiental.
- Detectar impactos no previstos en la evaluación y proponer medidas adecuadas para reducirlos, eliminarlos o compensarlos.
- Informar de manera sistemática a las autoridades competentes y al promovente sobre los aspectos objeto de vigilancia.

Objetivos específicos:

- Verificar que todos los empleados que participen en el proyecto conozcan y apliquen las medidas de prevención y mitigación establecidas.
- Garantizar la correcta disposición de los residuos sólidos y fisiológicos generados por los trabajadores.
- Verificar que la maquinaria utilizada opere dentro de los límites de emisiones y ruido establecidos por las NOMs aplicables.
- Documentar el avance del programa de rescate y reubicación de flora y fauna.
- Monitorear el estado de las áreas verdes y del área de conservación ecológica.
- Verificar el correcto funcionamiento de los sistemas de tratamiento de aguas residuales durante la operación.

VI.5.3 Metodología de vigilancia

Con el fin de recabar la información necesaria para el cumplimiento de los objetivos del programa, se realizarán visitas de inspección periódicas con un técnico capacitado en procesos de auditoría ambiental, quien en compañía del representante designado por el promovente, realizará un recorrido detallado del predio verificando el cumplimiento de las medidas de mitigación comprometidas en este estudio.

VI.5.4 Frecuencia de las visitas de inspección

Etapa	Frecuencia de inspección	Tipo de inspección
Previa al inicio de obra	Una vez antes de iniciar cualquier actividad	Verificación de cumplimiento de condicionantes; junta formativa; inspección de maquinaria; inicio del programa de rescate de fauna
Preparación del sitio	Cada 2 semanas (quincenal)	Verificación de medidas MP-01 a MP-07; control de residuos; seguimiento del rescate de fauna
Construcción	Mensual	Verificación de medidas MP-01 a MP-07; estado de áreas verdes; avance de MM-03; control de RSU y RME; bitácora de obra
Operación y Mantenimiento — primeros 2 años	Semestral	Verificación del funcionamiento de biodigestores; estado de áreas verdes; manejo de RSU domésticos
Operación — a partir del año 3	Anual	Inspección general de cumplimiento del PVA; estado de sistemas de tratamiento; conservación de áreas verdes

Tabla VI-3. Frecuencia de visitas de inspección del Programa de Vigilancia Ambiental.

VI.5.5 Puntos de verificación en cada visita de inspección

En cada visita de inspección se verificarán los siguientes puntos:

No.	Punto de verificación	Herramienta de verificación
1	Verificar con GPS que las actividades del proyecto se desarrollen en las áreas y tiempos definidos en la Autorización Ambiental emitida por SEMARNAT.	GPS + copia de la Autorización Ambiental
2	Verificar que los trabajadores conocen y aplican las medidas de prevención y mitigación establecidas.	Entrevistas al personal + registro de asistencia a la junta formativa
3	Verificar que las letrinas portátiles se encuentran instaladas, funcionando correctamente y que el área permanece limpia y libre de residuos fisiológicos.	Inspección visual + comprobantes de servicio de empresa arrendadora
4	Verificar que los contenedores de residuos sólidos están instalados, identificados y que no existen RSU dispersos fuera de los contenedores.	Inspección visual + registros de recolección
5	Verificar que la maquinaria se encuentra en buen estado de mantenimiento y que cuenta con verificación vigente.	Comprobantes de mantenimiento y verificación de maquinaria
6	Verificar que no ha habido derrames de aceite o combustible; en caso de haberlos, verificar que se aplicó el protocolo MM-02.	Inspección visual del suelo + registros de incidentes
7	Verificar que ninguna especie de fauna ha sido capturada, cazada o dañada deliberadamente por los trabajadores.	Inspección visual + registros del programa de rescate
8	Verificar el avance del programa de rescate y reubicación de flora y fauna (MP-05).	Reportes del biólogo responsable del rescate

No.	Punto de verificación	Herramienta de verificación
9	Verificar el estado de establecimiento de las áreas verdes con vegetación nativa (MM-03) y del área de conservación.	Inspección visual + inventario de trasplantes
10	En etapa de operación: verificar el funcionamiento de los biodigestores y los registros de mantenimiento de los propietarios.	Comprobantes de mantenimiento + inspección visual

Tabla VI-4. Puntos de verificación del Programa de Vigilancia Ambiental — proyecto ANTHIA.

VI.5.6 Documentación y reportes

Para documentar los hechos respecto del manejo ambiental, se llevará un registro de evidencias en una bitácora ambiental de obra, que incluirá hojas de verificación por cada punto de inspección y un registro fotográfico de los cumplimientos e incumplimientos de las medidas y condicionantes.

Al término de cada recorrido de inspección, las hojas de registro serán firmadas en original y copia por el responsable de la supervisión ambiental y por el representante designado por el promovente, quedando el original en poder del promovente como responsable del seguimiento a las recomendaciones del supervisor.

En un plazo no mayor a 5 días naturales posteriores a cada visita de inspección, el supervisor ambiental elaborará y entregará al promovente un informe técnico escrito derivado de la visita, con los hallazgos, incumplimientos detectados y las acciones correctivas recomendadas, así como el plazo para su atención.

VI.5.7 Responsables del Programa de Vigilancia Ambiental

Responsable	Rol	Actividades
THEMBA DESARROLLOS S.A. de C.V. (Promovente)	Responsable general	Implementar y financiar el PVA; designar al representante de obra; asegurar el cumplimiento de las medidas por parte de todos los contratistas; atender las recomendaciones del supervisor.
Meljem Charruf Semerena (Representante Legal)	Autoridad del proyecto	Aval del cumplimiento de los compromisos ambientales del promovente.
Supervisor ambiental de obra	Verificador independiente	Realizar las visitas de inspección periódicas; elaborar los informes técnicos; proponer medidas correctivas; llevar la bitácora ambiental.
Residente de obra	Responsable operativo en campo	Implementar las medidas día a día; coordinarse con el supervisor ambiental; atender incidentes ambientales.
Biólogo responsable del rescate faunístico	Especialista técnico	Liderar la inspección previa y el programa de rescate y reubicación de flora y fauna (MP-05); elaborar los reportes de especies rescatadas.

Tabla VI-5. Responsables del Programa de Vigilancia Ambiental — proyecto ANTHIA.

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD PARTICULAR

CAPÍTULO VII

PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

PROYECTO:

"ANTHIA"

PICH CONSULTORÍA AMBIENTAL

Junio 2026

CONTENIDO

CONTENIDO **2**
CAPÍTULO VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS **3**
VII.1 PRONÓSTICO DEL ESCENARIO AMBIENTAL 3
VII.1.1 Caracterización ambiental actual del predio 3
VII.1.2 Escenario sin proyecto — tendencia ambiental sin intervención 4
VII.1.3 Escenario con proyecto y con medidas de mitigación 5
VII.1.4 Proyección por componente ambiental 6
VII.1.5 Tabla comparativa de escenarios por componente ambiental 10
VII.2 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS 12
VII.2.1 Alternativa 0: No realización del proyecto 13
VII.2.2 Alternativa 1: Proyecto propuesto 14
VII.2.3 Alternativa 2: Diseño con menor huella de construcción 14
VII.2.4 Análisis comparativo y justificación de la alternativa seleccionada 15
VII.3 CONCLUSIONES DEL PRONÓSTICO AMBIENTAL 17

CAPÍTULO VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

En el presente capítulo se realiza la proyección de los escenarios ambientales del predio bajo distintas condiciones: el escenario actual, el escenario sin proyecto y el escenario con proyecto implementando las medidas de prevención y mitigación descritas en el Capítulo VI. Asimismo, se presenta la evaluación de alternativas que justifica la elección del proyecto tal como fue diseñado.

VII.1 PRONÓSTICO DEL ESCENARIO AMBIENTAL

En este apartado se realiza la proyección que describe el resultado de las medidas preventivas y de mitigación propuestas, considerando la dinámica ambiental resultante de los impactos residuales, los mecanismos de autorregulación del ecosistema y la estabilización de los procesos ecológicos del área de influencia. Para ello, se comparan tres escenarios: el estado actual del predio, la tendencia sin proyecto y la proyección con proyecto incluyendo la implementación total de las medidas de mitigación.

VII.1.1 Caracterización ambiental actual del predio

La zona en la que se ubica el área de estudio se encuentra aproximadamente a dos kilómetros del límite del centro de población del municipio de Hunucmá. De acuerdo con el POETCY (Decreto 160/2014), el predio se encuentra en la UGA HUN16-SEL_AP2, caracterizada por presentar vegetación secundaria derivada de selva baja caducifolia. De acuerdo con el POETY 2023 (Decreto 692/2023), el predio se ubica en la UGA 034-REST-MER, con política de Restauración para la región metropolitana de Mérida. Conforme a ambos instrumentos, las actividades planeadas no se contraponen con los lineamientos de las UGA correspondientes, por lo que el proyecto se considera viable desde el punto de vista del ordenamiento ecológico territorial.

Las condiciones ambientales actuales del predio se caracterizan por: clima BS1 con lluvias intermedias; suelo rocoso Leptosoles de espesor máximo de 25 cm; acuífero kárstico de alta vulnerabilidad a la contaminación (cuenca Semicírculo de Cenotes); vegetación secundaria de selva baja caducifolia compuesta por 28 especies en 17 familias, con altura promedio de 4 metros y predominio de la familia Fabaceae; y fauna silvestre de 31 especies (19 aves, 7 mamíferos, 5 reptiles/anfibios), principalmente aves que utilizan el predio como área de descanso. Ninguna de las especies registradas se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Los fenómenos meteorológicos extremos más relevantes para la región son los ciclones tropicales (julio–noviembre) y los frentes fríos (noviembre–marzo). El predio se localiza en la planicie interior del municipio, alejado de la línea de costa, por lo que su exposición a los efectos directos de los ciclones es menor que en zonas costeras.

VII.1.2 Escenario sin proyecto — tendencia ambiental sin intervención

En ausencia del proyecto ANTHIA, el predio mantendría su condición de vegetación secundaria en proceso de perturbación, sujeto a las presiones de la expansión urbana de la Zona Metropolitana de Mérida. Dado el dinamismo demográfico del municipio de Hunucmá (35,137 hab., INEGI 2020) y su integración funcional a la ZMM, el predio enfrenta las siguientes presiones en el escenario tendencial sin proyecto:

Componente	Tendencia sin proyecto
Vegetación	Continuación del proceso de perturbación de la vegetación secundaria por pastoreo, quemas no controladas y extracción artesanal de materiales. Eventual ocupación informal o abandono sin manejo de la cobertura vegetal.
Fauna	Presión continua sobre el hábitat por la expansión urbana desordenada de los alrededores. Reducción gradual del área disponible para las especies.
Suelo	Sin intervención, el suelo continuará expuesto a la erosión hídrica durante la temporada de lluvias, especialmente en los sectores con menor cobertura vegetal.
Hidrología subterránea	Riesgo de contaminación difusa del acuífero por actividades agropecuarias y disposición informal de residuos en los predios adyacentes, sin ningún sistema de tratamiento de aguas residuales.
Paisaje	El paisaje del área continuará siendo una zona periurbana de vegetación secundaria perturbada, sin valor estético significativo ni mantenimiento ordenado.
Socioeconómico	Persistencia del déficit habitacional en Hunucmá. No generación de empleos formales. No aprovechamiento productivo ordenado del

Componente	Tendencia sin proyecto
	predio. Pérdida de oportunidades de desarrollo económico para la comunidad.
Ordenamiento	El predio permanecería sin cumplir con la vocación de uso urbano establecida por los instrumentos de planeación vigentes (POETY 2023, POETCY, Licencia de Uso de Suelo, Licencia de Urbanización).

Tabla VII-1. Tendencia ambiental del predio en el escenario sin proyecto.

VII.1.3 Escenario con proyecto y con medidas de mitigación

Una vez analizados los componentes bióticos y abióticos del área de influencia, y habiendo identificado y evaluado los impactos potenciales del proyecto en el Capítulo V, se realiza a continuación la proyección de los resultados que se obtendrán con la correcta y oportuna puesta en marcha de las medidas preventivas y de mitigación propuestas en el Capítulo VI.

Del análisis cuantitativo de impactos (Capítulo V), se obtuvo que los impactos de mayor relevancia son:

Calidad estética del paisaje: IM promedio = -35.7 (MODERADO). Mayor impacto negativo del proyecto.

Calidad de la hidrología subterránea: IM promedio = -27.7 (MODERADO). Mayor riesgo ambiental del proyecto.

Impacto al hábitat terrestre: IM promedio = -25.0 (MODERADO).

Calidad sanitaria del paisaje: IM promedio = -25.0 (MODERADO).

Economía local y empleo: IM promedio = +32.0 (MODERADO positivo). Mayor beneficio del proyecto.

Con la implementación de las medidas preventivas (MP-01 a MP-07) y las medidas de mitigación (MM-01 a MM-04), los escenarios por componente ambiental se proyectan de la siguiente manera:

VII.1.4 Proyección por componente ambiental

VII.1.4.1 Generación y manejo de residuos sólidos

La generación de residuos sólidos es uno de los impactos de mayor relevancia en este tipo de proyectos. Para su atención se implementarán las medidas MP-01 (capacitación al personal sobre el manejo correcto de RSU), MP-03 (sistema de contenedores clasificados, sellados e impermeabilizados, con recolección máxima de 3 días) y MM-01 (saneamientos periódicos del predio).

Con la correcta implementación de estas medidas, los espacios que conforman el predio se mantendrán libres de residuos sólidos dispersos. Los residuos serán depositados en los contenedores dispuestos para su clasificación (orgánico, inorgánico, reciclable) y no serán almacenados por más de 3 días en el sitio, siendo trasladados al relleno sanitario municipal de Hunucmá para su disposición final.

Gracias al correcto manejo de los residuos sólidos, tampoco se verá modificada la composición, textura o color del suelo; por el contrario, con el tiempo el suelo podrá recuperar paulatinamente sus características físicas en las áreas de conservación y zonas verdes del fraccionamiento.

En la etapa de Operación, el programa de manejo de RSU domésticos coordinado con el servicio de limpia municipal de Hunucmá garantizará la correcta disposición de los residuos generados por los 916 hogares del fraccionamiento. Se proyecta una generación estimada de 1.0 kg/habitante/día × 3,500 habitantes estimados = 3.5 t/día de RSU, gestionados conforme a la LGPGIR y la normativa municipal aplicable.

VII.1.4.2 Calidad de la hidrología subterránea

El acuífero kárstico de la Península de Yucatán es el recurso ambiental de mayor sensibilidad en el área del proyecto, por la alta permeabilidad del sustrato calcáreo y la ausencia de mecanismos naturales de filtración efectiva. La medida preventiva MP-04 establece que durante las etapas de Preparación del Sitio y Construcción se utilizarán letrinas portátiles, cuyas aguas residuales serán tratadas y dispuestas por la empresa arrendadora del servicio, sin ninguna descarga al suelo.

Durante la etapa de Operación, la instalación obligatoria de sistemas individualizados de biodigestores en cada una de las 916 viviendas garantizará el tratamiento de las aguas

residuales domésticas antes de su infiltración al subsuelo. El sistema elegido (Rotoplas 1,300 l o equivalente DLD14) proporciona un tratamiento primario y secundario de las aguas negras, reduciendo significativamente la carga orgánica y bacteriológica del efluente.

Las aguas tratadas podrán reutilizarse para el riego de las áreas verdes del fraccionamiento, conforme a la NOM-003-SEMARNAT-1997. El mantenimiento periódico de los biodigestores (cada 10 a 30 meses, conforme a la medida MM-04) garantizará su funcionamiento efectivo durante la vida útil del proyecto. Con estas medidas, el riesgo de contaminación del acuífero se reduce a un impacto moderado compatible con el tipo de uso autorizado en la UGA.

VII.1.4.3 Calidad y estabilidad del suelo

El suelo del predio (Leptosoles <25 cm, alta susceptibilidad a la erosión) recibirá el mayor impacto durante la etapa de Preparación del Sitio, cuando las actividades de desmonte, despalme y nivelación lo expondrán a la erosión hídrica. Con la aplicación de las medidas MP-02 (control de maquinaria), MP-06 (riego para control de polvo) y MM-01 (saneamiento periódico), se minimizarán los efectos sobre la calidad del suelo.

No se contemplan impactos residuales importantes en el suelo, ya que tanto los métodos de construcción como las medidas de prevención y mitigación tienen como objetivo mantener el suelo libre de residuos sólidos y con su calidad actual. Una vez concluidas las obras de pavimentación de las vialidades y el establecimiento de las áreas verdes con vegetación nativa (MM-03), el suelo quedará estabilizado permanentemente, eliminando el riesgo de erosión en la etapa de Operación.

VII.1.4.4 Calidad del aire y generación de ruido

Las emisiones de polvo y gases serán temporales, asociadas a las etapas de Preparación del Sitio y Construcción. Con la implementación de las medidas MP-02 (mantenimiento de maquinaria con verificación NOM-041/NOM-045), MP-06 (riego periódico para control de polvo) y MP-07 (restricción de horarios de obra a 07:00-20:00 hrs), estas emisiones se mantendrán dentro de los límites establecidos por las NOMs aplicables. No se contemplan impactos residuales en la calidad del aire durante la etapa de Operación, ya

que el fraccionamiento no contempla actividades industriales ni fuentes fijas de emisión significativa.

VII.1.4.5 Cobertura vegetal y fauna silvestre

La remoción de la cubierta vegetal durante el desmonte es el impacto de mayor irreversibilidad del proyecto en el componente biótico. Sin embargo, es importante señalar que se trata de vegetación secundaria perturbada (no primaria), sin presencia de especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010, y que el predio se ubica en una UGA cuyo uso de suelo para Desarrollos Inmobiliarios es compatible y actualmente presente.

Con la medida preventiva MP-05 (rescate y reubicación de flora y fauna previo al desmonte) y la medida de mitigación MM-03 (establecimiento de áreas verdes con vegetación nativa), se logrará: (a) rescatar los ejemplares vegetales de interés ecológico para su trasplante a las áreas verdes; (b) reubicar la fauna con mayor vulnerabilidad (reptiles, aves con nidos activos) hacia el área de conservación y zonas verdes; y (c) crear un corredor de vegetación nativa distribuido por todo el fraccionamiento.

El área de conservación ecológica (4,816.92 m², 1.00% del predio) mantendrá sin intervención la cubierta vegetal existente, constituyendo un refugio permanente para la fauna local. Las áreas verdes (30,564.50 m²) con vegetación nativa regional complementarán este refugio. Se proyecta que en el mediano plazo (5–10 años), las áreas verdes establecidas con especies rescatadas de la misma comunidad vegetal original alcancen una estructura equivalente a la vegetación secundaria actual del predio.

VII.1.4.6 Calidad estética del paisaje

La transformación del paisaje constituye el impacto negativo de mayor magnitud del proyecto (IM promedio = -35.7, MODERADO en todas las etapas). El predio pasará de presentar un paisaje de vegetación secundaria perturbada a un desarrollo inmobiliario habitacional. Este impacto es permanente e irreversible en las áreas construidas.

No obstante, el paisaje del fraccionamiento mejorará de manera gradual durante la etapa de Operación. El diseño del fraccionamiento contempla áreas verdes arboladas distribuidas en todo el desarrollo, un área de conservación ecológica, arbolado de alineación en las vialidades con especies nativas, y el mantenimiento periódico por parte de la administración

del fraccionamiento y los propietarios. A partir del segundo o tercer año de operación, las especies nativas trasplantadas habrán alcanzado un porte que generará sombra y valor estético perceptible, mejorando progresivamente la calidad visual del desarrollo.

El tratamiento de las aguas residuales mediante biodigestores, el manejo integral de RSU y el mantenimiento de las áreas comunes contribuirán a mantener un ambiente de calidad sanitaria adecuado dentro del fraccionamiento, evitando los problemas de malos olores, residuos dispersos y fauna nociva que caracterizan a los asentamientos informales en la región.

VII.1.4.7 Aspectos socioeconómicos

El aspecto socioeconómico representa el componente con el mayor balance positivo del proyecto. Se proyecta que durante la etapa de Operación, las condiciones de vida de los trabajadores que participen en la construcción y los futuros residentes del fraccionamiento mejorarán sensiblemente, contribuyendo al bienestar de sus respectivas familias. Este impacto permanecerá durante toda la etapa de Operación (99 años), por lo que se considera el impacto residual positivo más relevante del proyecto.

La generación de 916 unidades habitacionales formales en un municipio con 45% de pobreza moderada y un déficit significativo de vivienda digna representa una contribución directa al derecho a la vivienda consagrado en el Plan Nacional de Desarrollo 2025–2030. El derrame económico estimado del fraccionamiento durante la operación incluye: servicios comerciales, educativos, de salud y de mantenimiento que demandarán los futuros residentes; así como el impuesto predial y otros ingresos municipales que fortalecerán las finanzas del Ayuntamiento de Hunucmá.

VII.1.5 Tabla comparativa de escenarios por componente ambiental

Componente	Escenario actual	Escenario sin proyecto	Escenario con proyecto + medidas de mitigación
Calidad del aire	Buena. Sin fuentes de emisión significativas.	Se mantiene sin cambios. Posibles emisiones por quemas no controladas de vegetación en predios adyacentes.	Afectación temporal y controlada durante PS y C. Retorno a condiciones normales en O. SIN IMPACTO RESIDUAL.
Calidad del suelo	Leptosoles poco desarrollados. Alta susceptibilidad a erosión.	Erosión gradual por exposición y actividades agropecuarias. Sin recuperación significativa.	Afectación durante PS (desmonte, nivelación), controlada por MP-02 y MM-01. Estabilización permanente en O por pavimento y áreas verdes. IMPACTO RESIDUAL MÍNIMO.
Hidrología subterránea	Acuífero kárstico altamente vulnerable. Sin fuentes de contaminación directa en el predio.	Riesgo de contaminación difusa por actividades agropecuarias y disposición informal de residuos en predios aledaños.	Riesgo mitigado por biodigestores individuales en cada vivienda (916 unidades). Mantenimiento periódico garantiza funcionamiento. IMPACTO RESIDUAL MODERADO CONTROLADO.
Cobertura vegetal	Vegetación secundaria SBC, 28 spp., ninguna NOM-059. Perturbada, altura promedio 4 m.	Continúa proceso de perturbación. Posible ocupación informal sin manejo vegetal.	Desmonte de vegetación secundaria perturbada. Rescate de especies de interés (MP-05). Restitución parcial con nativas en

Componente	Escenario actual	Escenario sin proyecto	Escenario con proyecto + medidas de mitigación
			35,381 m² de áreas verdes y conservación (MM-03). IMPACTO RESIDUAL MODERADO.
Fauna silvestre	31 spp. (19 aves, 7 mamíferos, 5 reptiles/anfibios). Ninguna NOM-059. Alta movilidad.	Reducción gradual de hábitat por presiones urbanas informales. Sin programas de rescate ni corredores.	Rescate y reubicación previo al desmonte (MP-05). Área de conservación de 4,816.92 m² como refugio permanente. Áreas verdes con nativas como hábitat secundario. IMPACTO RESIDUAL MODERADO.
Calidad estética del paisaje	Vegetación secundaria perturbada. Paisaje peri-urbano sin valor estético significativo.	Deterioro gradual del paisaje por expansión urbana desordenada y abandono del predio.	Transformación permanente a fraccionamiento habitacional (mayor impacto negativo del proyecto). Mejora gradual en O por áreas verdes, arbolado y mantenimiento. IMPACTO RESIDUAL MODERADO PERMANENTE.
Aspectos socioeconómicos	45% pobreza moderada. Déficit habitacional. PEA 65.4%. Sin empleos formales en el predio.	Persiste el déficit habitacional. No se generan empleos ni derrame económico en el predio.	916 empleos temporales en PS y C. Vivienda digna para ~3,500 personas. Derrame económico de largo plazo. IMPACTO RESIDUAL POSITIVO —

Componente	Escenario actual	Escenario sin proyecto	Escenario con proyecto + medidas de mitigación
			el más relevante del proyecto.

Tabla VII-2. Comparación de escenarios ambiental por componente — proyecto ANTHIA.

VII.2 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

La evaluación de alternativas es un componente fundamental del proceso de evaluación de impacto ambiental, pues permite demostrar que la opción propuesta es la más adecuada desde los puntos de vista técnico, económico, social y ambiental. Para el proyecto ANTHIA se analizaron las siguientes alternativas:

VII.2.1 Alternativa 0: No realización del proyecto

La Alternativa 0, también denominada "alternativa cero" o "no proyecto", corresponde a la opción de no ejecutar el desarrollo inmobiliario ANTHIA y mantener el predio en sus condiciones actuales.

Desde el punto de vista ambiental, la Alternativa 0 parece la más favorable a corto plazo, ya que preservaría la vegetación secundaria existente y el hábitat de las 31 especies de fauna registradas. Sin embargo, este aparente beneficio ambiental debe analizarse en el contexto de las tendencias regionales:

— El municipio de Hunucmá está en proceso de integración funcional a la ZMM. La demanda de vivienda formal es creciente y, en ausencia del proyecto ANTHIA, la probabilidad de ocupación informal o desordenada del predio es alta.

— La ocupación informal generaría impactos similares o mayores sobre el medio ambiente (desmonte, aguas residuales sin tratamiento, RSU sin manejo, construcción sin control de calidad), sin los beneficios de las medidas de mitigación ni el Programa de Vigilancia Ambiental.

— Se perdería la oportunidad de dotar de vivienda digna a ~3,500 personas de un municipio con 45% de pobreza moderada.

— No se generarían los empleos formales ni el derrame económico que el proyecto aportará a la comunidad de Hunucmá.

— El predio continuaría en una condición de deterioro ambiental gradual (vegetación secundaria perturbada) sin ningún programa de restauración activa.

Por las razones anteriores, la Alternativa 0 no representa la opción más adecuada para el predio ni para la comunidad de Hunucmá. La ausencia del proyecto no garantiza la preservación del medio ambiente; al contrario, facilita una ocupación informal con mayores impactos ambientales y sociales.

VII.2.2 Alternativa 1: Proyecto propuesto

La Alternativa 1 corresponde al proyecto ANTHIA tal como ha sido diseñado y descrito en el presente Manifiesto de Impacto Ambiental: un fraccionamiento habitacional de baja densidad con 916 viviendas unifamiliares en 484,419.47 m² (48.44 ha), ubicado en los tablajes 4460, 73905, 73906, 73907 y 73908 del municipio de Hunucmá.

Esta alternativa es la que cuenta con todos los instrumentos de planeación y aprobación municipal (5 documentos del H. Ayuntamiento de Hunucmá, todos emitidos el 28 de junio de 2023), con la autorización de uso de suelo habitacional, con la factibilidad de servicios, y con el diseño técnico para el tratamiento de aguas residuales mediante biodigestores individuales. Es también la alternativa que puede someterse al proceso de evaluación de impacto ambiental ante SEMARNAT conforme al Artículo 28, fracción IX de la LGEEPA.

VII.2.3 Alternativa 2: Diseño con menor huella de construcción

La Alternativa 2 consideró un diseño con mayor densidad de vivienda mediante la construcción de unidades habitacionales en dos plantas, lo que reduciría la huella de construcción sobre el suelo y permitiría conservar una mayor proporción de la cobertura vegetal original. Esta alternativa fue analizada con los siguientes resultados:

Ventajas: Menor superficie de desmonte; mayor área de conservación; menor impacto sobre la vegetación y la fauna.

Desventajas: Requeriría de una mayor inversión en cimentaciones profundas sobre los Leptosoles (<25 cm) que caracterizan el predio, lo que incrementaría el riesgo de inestabilidad estructural. El sustrato kárstico con escasa profundidad del suelo es inadecuado para cimentaciones de edificios de varios pisos sin estudios geotécnicos especializados. El costo de construcción de vivienda vertical sería significativamente mayor, haciéndola inaccesible para el segmento socioeconómico al que va dirigido el proyecto. No cumple con los parámetros de la LDIEY para lotes unifamiliares (Art. 9: mínimo 133 m²). No es congruente con el Plan de Desarrollo Urbano de Hunucmá que establece el uso habitacional unifamiliar para la zona.

Por las razones anteriores, la Alternativa 2 no es técnica ni económicamente viable para las condiciones específicas del predio y el contexto socioeconómico del municipio de Hunucmá.

VII.2.4 Análisis comparativo y justificación de la alternativa seleccionada

Criterio de evaluación	Alternativa 0 (No proyecto)	Alternativa 1 (Proyecto propuesto)	Alternativa 2 (Mayor densidad / vertical)
Congruencia con ordenamientos de planeación territorial	No aprovecha el potencial de uso habitacional establecido por el POETY 2023, POETCY y el PDU de Hunucmá.	CONGRUENTE con el POETY 2023 (UGA 034-REST-MER), POETCY (HUN16-SEL_AP2, uso #25 compatible)	Congruente, pero no cumple con los parámetros de lote mínimo de la LDIEY.
Impacto sobre vegetación y fauna	Preserva vegetación secundaria a corto plazo, pero sin programa activo de restauración. Alta probabilidad de ocupación informal con mayor impacto.	Desmonte de vegetación secundaria perturbada. Compensado parcialmente por áreas verdes con nativas (35,381 m^2) y programa de rescate de fauna.	Menor superficie desmontada. Mayor conservación de vegetación. Sin embargo, inviabilidad técnica sobre Leptosoles compromete la seguridad estructural.
Protección del acuífero kárstico	Sin ninguna medida activa de protección. Riesgo de contaminación por ocupación informal y actividades agropecuarias.	Biodigestores individuales en 916 viviendas + protocolos de atención a derrames. Medida más efectiva para proteger el acuífero con el uso contemplado.	Igual que Alternativa 1, con biodigestores pero menor número de unidades.

Criterio de evaluación	Alternativa 0 (No proyecto)	Alternativa 1 (Proyecto propuesto)	Alternativa 2 (Mayor densidad / vertical)
Beneficio socioeconómico	Sin generación de empleo ni vivienda formal. No atiende el déficit habitacional de Hunucmá.	916 viviendas formales para ~3,500 habitantes. ~50 empleos directos durante construcción. Derrame económico de largo plazo en la región.	Menor número de viviendas por la mayor inversión por unidad. Accesibilidad limitada para el segmento socioeconómico objetivo.
Viabilidad técnica y económica	No requiere inversión pero no genera ningún beneficio. El predio permanece improductivo.	VIABLE técnica y económicamente. Inversión: $10,000,000 MXN. 36 meses de construcción. Instrumentos municipales vigentes.	BAJA VIABILIDAD. Alto costo de cimentación sobre Leptosoles. Mayor tiempo de construcción. Precio final por vivienda fuera del mercado objetivo.
Cumplimiento de la normativa	No aplica. No hay actividades sujetas a EIA.	Cumple con LGEEPA, NOMs, LGPGIR, LAN, LDIEY, RLDIEY, POETCY, POETY 2023 y cinco instrumentos municipales. Está siendo sometido al proceso de EIA mediante la presente MIA.	No cumple con Art. 9 LDIEY (lote mínimo) en la configuración de lotes unifamiliares.
Resultado general	NO RECOMENDADA	ALTERNATIVA SELECCIONADA	NO VIABLE TÉCNICA NI

Criterio de evaluación	Alternativa 0 (No proyecto)	Alternativa 1 (Proyecto propuesto)	Alternativa 2 (Mayor densidad / vertical)
	(Abandono del predio con probable ocupación informal)	(Óptima en todos los criterios)	ECONÓMICAMENTE (Restricciones geotécnicas y de costo)

Tabla VII-3. Análisis comparativo de alternativas — proyecto ANTHIA.

Con base en el análisis comparativo, la Alternativa 1 (proyecto propuesto) es la opción más adecuada para el predio, al ser la única que: (a) es congruente con los instrumentos de planeación territorial vigentes; (b) cuenta con todos los permisos y autorizaciones municipales requeridos; (c) implementa las medidas técnicas más efectivas para la protección del acuífero kárstico; (d) genera los mayores beneficios socioeconómicos para la comunidad; y (e) puede ser sometida al proceso de EIA ante SEMARNAT para obtener la autorización ambiental correspondiente.

VII.3 CONCLUSIONES DEL PRONÓSTICO AMBIENTAL

Con base en el pronóstico ambiental desarrollado en el presente capítulo y los resultados de la evaluación de impactos del Capítulo V, se presentan las siguientes conclusiones:

No.	Conclusión
1	No existirán impactos de categoría SEVERO (IM > 50) ni CRÍTICO (IM > 75) para el proyecto ANTHIA o para la flora y fauna del área de influencia. El impacto de mayor magnitud corresponde a la calidad estética del paisaje, con IM = −38 (MODERADO), impacto inherente al tipo de proyecto y manejable con las medidas de mitigación implementadas.
2	El subsistema con mayor puntuación negativa acumulada es el Ambiental (paisaje), con un promedio de −27.9, siendo la Calidad Estética del Paisaje el factor individual de mayor impacto (−35.7 promedio). Este impacto es permanente, pero mejorará gradualmente durante la operación del fraccionamiento gracias al establecimiento de áreas verdes con vegetación nativa y el mantenimiento periódico del desarrollo.

No.	Conclusión
3	La etapa del proyecto con mayor incidencia sobre el medio ambiente es la Preparación del Sitio (promedio −12.7), seguida de la Construcción (−10.4). La Operación y Mantenimiento presenta el menor impacto negativo promedio (−5.0) y el mayor balance positivo socioeconómico (+36 promedio en la etapa O).
4	La protección del acuífero kárstico es la prioridad ambiental crítica del proyecto. Los sistemas individualizados de biodigestores en las 916 viviendas constituyen la medida de mitigación más importante del proyecto, ya que atienden la vulnerabilidad del acuífero de la cuenca del Semicírculo de Cenotes en la región.
5	El subsistema Socioeconómico es el único con balance positivo en todas las etapas (+30.4 promedio). La generación de 916 unidades habitacionales formales en un municipio con 45% de pobreza moderada representa el beneficio social más relevante y permanente del proyecto.
6	La alternativa seleccionada (Alternativa 1 — proyecto propuesto) es la única opción viable técnica, económica y normativamente, siendo congruente con el POETY 2023, el POETCY, el PDU de Hunucmá y los cinco instrumentos municipales emitidos por el H. Ayuntamiento.
7	Todas las actividades del proyecto se apegan a los ordenamientos ecológicos, instrumentos de planeación y normativa ambiental vigente. Con la implementación correcta y oportuna de las medidas preventivas y de mitigación propuestas en el Capítulo VI, los impactos identificados podrán ser prevenidos, reducidos o compensados de manera efectiva, garantizando la viabilidad ambiental del proyecto.

Tabla VII-4. Conclusiones del pronóstico ambiental — proyecto ANTHIA.

En conclusión, con base en las condiciones ambientales que presenta el predio, los resultados de la evaluación cuantitativa de impactos y el análisis de los escenarios con y sin proyecto, se puede afirmar que el proyecto "ANTHIA" es ambientalmente viable, que no existirán impactos críticos sobre la flora, fauna ni los recursos naturales del área de influencia, y que los impactos negativos residuales son manejables con las medidas de mitigación propuestas.

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD PARTICULAR

CAPÍTULO VIII

IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN

PROYECTO:

"ANTHIA"

PICH CONSULTORÍA AMBIENTAL

Junio 2026

CONTENIDO

CONTENIDO **2**

CAPÍTULO VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES **3**

VIII.1 PRESENTACIÓN DEL DOCUMENTO 3
VIII.2 RESUMEN EJECUTIVO 3
VIII.2.1 Descripción del proyecto 3
VIII.2.2 Ubicación y contexto ambiental 4
VIII.2.3 Vinculación normativa 4
VIII.2.4 Evaluación de impactos 4
VIII.2.5 Medidas de mitigación 4
VIII.2.6 Conclusión 5
VIII.3 INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y CARTOGRAFÍA 5
VIII.3.1 Metodologías técnicas empleadas 5
VIII.3.2 Cartografía y planos de referencia 7
VIII.4 GLOSARIO DE TÉRMINOS TÉCNICOS 9
VIII.5 BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS 13
VIII.6 RELACIÓN DE ANEXOS 17
VIII.7 DECLARATORIA DE VERACIDAD 18

CAPÍTULO VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

VIII.1 PRESENTACIÓN DEL DOCUMENTO

El presente Manifiesto de Impacto Ambiental (MIA) modalidad Particular, para el proyecto "CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN DESARROLLO INMOBILIARIO DENOMINADO ANTHIA", es presentado por THEMBA DESARROLLOS S.A. de C.V. ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), conforme a los procedimientos y requisitos establecidos en el Artículo 28 de la LGEEPA, el Artículo 5, inciso Q del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, y demás normativa aplicable.

Se entrega un ejemplar impreso del MIA junto con su versión digital, los cuales incluyen el documento técnico, los planos e información de apoyo en formato PDF. El presente documento está integrado por ocho capítulos, cinco tablas de síntesis, y los anexos que se relacionan en el apartado VIII.7 del presente capítulo.

VIII.2 RESUMEN EJECUTIVO

El presente resumen describe, de manera no técnica, el contenido y las conclusiones del Manifiesto de Impacto Ambiental del proyecto "ANTHIA", presentado ante la SEMARNAT por THEMBA DESARROLLOS S.A. de C.V.

VIII.2.1 Descripción del proyecto

El proyecto ANTHIA consiste en la construcción y operación de un fraccionamiento habitacional unifamiliar de baja densidad, integrado por 916 lotes en una superficie total de 484,419.47 m² (48.44 ha), en los tablajes catastrales 4460, 73905, 73906, 73907 y 73908 del municipio de Hunucmá, Yucatán. El diseño contempla vialidades pavimentadas (26.14%), áreas verdes con vegetación nativa (6.21%), un área de conservación ecológica (1.00%) y superficie vendible (66.65%). Cada vivienda contará con un sistema individualizado de tratamiento de aguas residuales (biodigestor de 1,300 litros o equivalente). La inversión es de $10,000,000 MXN, el plazo de construcción es de 36 meses y la vida útil del proyecto es de 99 años.

VIII.2.2 Ubicación y contexto ambiental

El predio se ubica a ~2 km del centro de población de Hunucmá, municipio integrado a la Zona Metropolitana de Mérida. El área de estudio forma parte de la UGA 034-REST-MER (política Restauración) del POETY 2023 (Decreto 692/2023) y de la UGA HUN16-SEL_AP2 del POETCY (Decreto 160/2014), en la que los Desarrollos Inmobiliarios son un Uso Actual y Compatible. La vegetación es secundaria de selva baja caducifolia (28 especies, sin NOM-059); la fauna son 31 especies (19 aves, 7 mamíferos, 5 reptiles/anfibios, sin NOM-059). El sustrato es kárstico con acuífero de alta vulnerabilidad.

VIII.2.3 Vinculación normativa

El proyecto es CONGRUENTE con el POETY 2023, el POETCY, la LGEEPA, la LAN, la LGPGIR, la LDIEY, la LPAMEY y sus reglamentos.

VIII.2.4 Evaluación de impactos

Se identificaron 13 indicadores de impacto en 4 subsistemas, evaluados mediante la metodología de Fernández y Vitoria (2000) con la fórmula IM = ±[3(I)+2(EX)+SI+PE+EF+MO+AC+MC+RV+PR]. Ningún impacto alcanzó la categoría SEVERO ni CRÍTICO. El impacto negativo de mayor magnitud es la Calidad Estética del Paisaje (IM promedio = -35.7, MODERADO). El balance socioeconómico es positivo en todas las etapas (+30.4 promedio). La etapa de mayor impacto negativo es la Preparación del Sitio.

VIII.2.5 Medidas de mitigación

Se proponen 7 medidas preventivas (MP-01 a MP-07) y 4 medidas de mitigación (MM-01 a MM-04), cuya implementación reduce los impactos negativos a niveles compatibles y moderados. Las medidas más críticas son: el sistema de biodigestores por vivienda (protección del acuífero), el rescate y reubicación de fauna (MP-05) y la revegetación con especies nativas (MM-03). El Programa de Vigilancia Ambiental establece visitas de inspección quincenales en PS, mensuales en C y semestrales/anuales en O.

VIII.2.6 Conclusión

El proyecto "ANTHIA" es ambientalmente viable. No existirán impactos SEVEROS ni CRÍTICOS. Los impactos residuales son manejables con las medidas propuestas. El mayor beneficio permanente es socioeconómico: 916 viviendas formales con todos los servicios básicos para ~3,500 personas en un municipio con 45% de pobreza moderada. La Alternativa 1 (proyecto propuesto) es la opción más adecuada técnica, económica y ambientalmente.

VIII.3 INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y CARTOGRAFÍA

VIII.3.1 Metodologías técnicas empleadas

Componente analizado	Metodología empleada	Referencia
Caracterización climática	Análisis estadístico de datos de la estación climatológica 31016 'Kinchil' (CONAGUA 2020). Clasificación de Köppen modificada por García (1988).	García (1988); CONAGUA (2020)
Caracterización geológica y geomorfológica	Análisis bibliográfico y cartográfico de las formaciones geológicas de la Península de Yucatán.	Hubp et al. (1992); López-Ramos (1973); García-Gil & Graniel-Castro (2010)
Caracterización edafológica	Clasificación FAO-UNESCO de los tipos de suelo. Análisis visual y bibliográfico.	Bautista et al. (2011); Duch Gary (1988)
Caracterización hidrológica	Análisis de Regiones Hidrológico-Administrativas (RHA) y cuencas hidrológicas. Revisión bibliográfica del acuífero kárstico.	CONAGUA; Cervantes (2007)
Muestreo de vegetación	Transectos en banda (100 m × 10 m) con cuadrantes. Cálculo de abundancia relativa, densidad, frecuencia relativa, dominancia relativa e Índice de Valor de Importancia (IVI). Índice de Shannon para diversidad.	Matteucci & Colma (1982); Mueller-Dombois & Ellenberg (1974); Guadarrama

Componente analizado	Metodología empleada	Referencia
		et al. (2016); Pla (2006)
Inventario faunístico — Aves	Transectos de observación directa e indirecta (canto, plumas, nidos) con distancia de observación de 50 m. Horario: 7:00–13:00 h y 17:00–19:00 h.	Chablé Santos (2009); Llamosa & Rodríguez (2011)
Inventario faunístico — Reptiles y anfibios	Transectos banda de 5 m (2.5 m/lado). Búsqueda en huecos, troncos, hojarasca y árboles. Horario: 7:00–13:00 h.	Calderón et al. (2005)
Inventario faunístico — Mamíferos	Trampas Sherman cebadas (12 h de permanencia, revisión cada 2 h) + recorridos directos a diversas horas.	Estudio de campo
Evaluación de impactos ambientales	Metodología de matrices causa-efecto derivada de la Matriz de Leopold (resultados cualitativos) y del Instituto Batalle-Columbus (resultados cuantitativos). Fórmula: IM = ±[3(I)+2(EX)+SI+PE+EF+MO+AC+MC+RV+PR]. Clasificación: Compatible (≤25), Moderado (25-50), Severo (50-75), Crítico (>75).	Fernández, V. y Vitoria (2000)
Verificación de estatus de protección	Comparación de especies registradas con los listados de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la IUCN.	NOM-059-SEMARNAT-2010; IUCN (2023)

Tabla VIII-1. Instrumentos metodológicos empleados en la elaboración del presente MIA.

VIII.3.2 Cartografía y planos de referencia

Para la elaboración del presente MIA se utilizaron los siguientes documentos cartográficos y planos técnicos:

Documento cartográfico	Escala / Fuente	Uso en el MIA
ANTHIA MAS-01 — Plano de localización y distribución del fraccionamiento	1:1,500 / Taller de Arquitectura, Hunucmá (mayo 2024)	Capítulos II, IV y V — descripción del proyecto, área de estudio y evaluación de impactos
Plano de división en 5 partes — planos_division_5_partes.pdf	Variable / PICH Consultoría Ambiental	Capítulo II — descripción detallada de las fracciones del predio
Paramento ACD ANTHIA Hunucmá — PARAMENTO_ACD_ANTHIA_HUNUCMA_290526.pdf	Variable / Taller de Arquitectura (mayo 2026)	Capítulo II — descripción de fachadas y perfiles del desarrollo
Carta topográfica INEGI — G16A44 Hunucmá	1:50,000 / INEGI	Capítulo IV — localización y contexto regional
Cartografía POETY 2023 — Decreto 692/2023	Variable / SDES Yucatán (2023)	Capítulo III — identificación de UGA 034-REST-MER
Cartografía POETCY — Decreto 160/2014	Variable / SDS Yucatán (2014)	Capítulo III — identificación de UGA HUN16-SEL_AP2

Documento cartográfico	Escala / Fuente	Uso en el MIA
Planos catastrales — Tablajes 4460, 73905, 73906, 73907 y 73908	1:7,500 / Catastro Municipal de Hunucmá (2021)	Capítulos I y II — datos del predio, linderos y superficies

Tabla VIII-2. Cartografía y planos utilizados en la elaboración del MIA ANTHIA.

VIII.4 GLOSARIO DE TÉRMINOS TÉCNICOS

A continuación se define el significado de los términos técnicos y siglas utilizados con mayor frecuencia en el presente MIA:

Término / Sigla	Definición
Acuífero kárstico	Sistema de almacenamiento y circulación de agua subterránea en rocas carbonatadas (calizas y dolomitas) de origen kárstico, caracterizado por la alta permeabilidad del sustrato por conductos formados por disolución de la roca. El acuífero de la Península de Yucatán es el mayor sistema de agua subterránea kárstica del mundo.
Área de influencia	Zona geográfica que puede ser afectada, directa o indirectamente, por las actividades de un proyecto. En el presente MIA se estableció en 300 m a la redonda del polígono del predio.
Biodigestor	Ecotecnia de tratamiento de aguas residuales que descompone la materia orgánica mediante fermentación anaerobia, produciendo biogás y un efluente tratado. Sistema elegido como medida preventiva crítica para la protección del acuífero kárstico.
CONAGUA	Comisión Nacional del Agua. Órgano administrativo desconcentrado de la SEMARNAT encargado de la administración y regulación del recurso hídrico nacional.

Término / Sigla	Definición
EIA	Evaluación de Impacto Ambiental. Procedimiento administrativo mediante el cual la autoridad ambiental (SEMARNAT) establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras que puedan causar desequilibrio ecológico.
Impacto ambiental	Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza. Puede ser positivo (benéfico) o negativo (perjudicial), directo o indirecto, temporal o permanente (LGEEPA, Art. 3°, fr. XX).
Impacto compatible (CO)	Impacto cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad y no precisa medidas preventivas ni correctoras. IM ≤ 25.
Impacto moderado (M)	Impacto cuya recuperación no precisa medidas preventivas o correctoras intensivas pero en el que la consecución de las condiciones ambientales iniciales requiere cierto tiempo. 25 < IM ≤ 50.
Impacto severo (S)	Impacto en el que la recuperación de las condiciones del medio exige medidas preventivas o correctoras intensivas y en el que, aun con esas medidas, la recuperación precisa un período de tiempo dilatado. 50 < IM ≤ 75.
Impacto crítico (C)	Impacto cuya magnitud es superior al umbral aceptable. Produce una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales, sin posibilidad de recuperación, incluso con la adopción de medidas protectoras o correctoras. IM > 75.
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Organismo público autónomo encargado de producir la información estadística y geográfica del país.
IVI	Índice de Valor de Importancia. Parámetro ecológico que combina la densidad relativa, dominancia relativa y frecuencia relativa de cada especie, permitiendo determinar la importancia ecológica de cada especie en la comunidad vegetal.

Término / Sigla	Definición
Karst / Kárstico	Paisaje y tipo de relieve derivado de la disolución de rocas solubles (calizas, dolomitas) por acción del agua, caracterizado por la presencia de cenotes, cuevas, dolinas y la ausencia de corrientes superficiales.
Leptosoles	Tipo de suelo caracterizado por tener menos de 25 cm de espesor, o bien más del 80% de su volumen ocupado por piedras y gravas. Son los suelos dominantes en la Península de Yucatán.
LGEEPA	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (DOF 28/01/1988 y reformas). Ley marco ambiental federal de México.
LDIEY	Ley de Desarrollos Inmobiliarios del Estado de Yucatán. Ley estatal que regula la constitución, modificación y operación de los desarrollos inmobiliarios en el estado.
LGPGIR	Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (DOF 8/10/2003 y reformas).
LGVS	Ley General de Vida Silvestre (DOF 3/07/2000 y reformas).
LPAMEY	Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán.
MIA	Manifiesto de Impacto Ambiental. Documento técnico que presenta la información necesaria para evaluar los impactos ambientales de un proyecto, conforme al Art. 30 de la LGEEPA.
NOM	Norma Oficial Mexicana. Disposición técnica legal expedida por la administración pública federal que establece especificaciones y atributos de carácter obligatorio.
NOM-059-SEMARNAT-2010	Norma Oficial Mexicana que establece las categorías de riesgo de la flora y fauna silvestres nativas de México (Protección especial, Amenazada, En peligro de extinción, Probablemente extinta en el medio silvestre).

Término / Sigla	Definición
POETCY	Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán (Decreto 160/2014).
POETY	Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán, actualizado mediante el Decreto 692/2023.
RSU	Residuos Sólidos Urbanos. Los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que se utilizan en las actividades domésticas (LGPGIR, Art. 5, fr. XXXIII).
RME	Residuos de Manejo Especial. Los generados en los procesos productivos que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos (LGPGIR, Art. 5, fr. XXIX).
Selva baja caducifolia (SBC)	Tipo de vegetación característica de zonas cálido-subhúmedas de México, en la que más del 75% de las especies arbóreas pierden sus hojas durante la temporada de secas. Es el tipo de vegetación dominante en la Península de Yucatán.
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Dependencia de la Administración Pública Federal encargada de fomentar la protección, restauración y conservación de los ecosistemas y recursos naturales de México.
UGA	Unidad de Gestión Ambiental. Unidad mínima del territorio para la cual se establecen lineamientos y estrategias ecológicas en el marco de un Programa de Ordenamiento Ecológico.
ZMM	Zona Metropolitana de Mérida. Área urbana que conforma la metrópoli de Mérida, incluyendo los municipios conurbados de la capital del estado de Yucatán.

Tabla VIII-3. Glosario de términos técnicos y siglas empleados en el presente MIA.

VIII.5 BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

A continuación se presentan las referencias bibliográficas y documentales utilizadas en la elaboración del presente Manifiesto de Impacto Ambiental:

Fuentes bibliográficas

Bautista, F., Palacio-Aponte, G., Quintana, P., y Zinck, J. A. (2011). Spatial distribution and development of soils in tropical karst areas from the Peninsula of Yucatan, Mexico. Geomorphology, 135(3), 308-321.

Bauer-Gottwein, P., Gondwe, B. R. N., Charvet, G., Marín, L. E., Sophocleous, M., y Gondwe, B. N. (2011). Review: The Yucatán Peninsula karst aquifer, Mexico. Hydrogeology Journal, 19, 507-524.

Brokaw, N., Bonilla, N., Knapp, S., MacVean, A., Ortiz, J.J., Peña-Chamorro, M., y Tun-Garrido, J. (2011). Árboles del mundo maya. Natural History Museum, Mérida.

Calderón R., Bahena B., Calmé S. (2005). Anfibios y reptiles de la reserva de la biosfera de Sian Ka'an y zonas aledañas. Fondo para el medio ambiente mundial. Quintana Roo, México.

Cervantes, M. (2007). Conceptos fundamentales sobre ecosistemas acuáticos y su estado en México. Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México. Instituto Nacional de Ecología-SEMARNAT. México D.F., pp. 37-67.

Chablé Santos, J. B. (2009). Tesis doctoral. Composición y distribución de la avifauna de la reserva estatal El Palmar, Yucatán, México. Universidad Autónoma de Nuevo León.

Chan-Vermont C., Rico-Gray V. y Flores J.S. (2002). Guía Ilustrada de la Flora Costera Representativa de la Península de Yucatán. Programa Etnoflora Yucatanense. Fascículo No. 19. Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida.

Duch Gary, J. (1988). La conformación territorial del estado de Yucatán: los componentes del medio físico. Universidad Autónoma de Chapingo, Centro Regional de la Península de Yucatán.

Durán R., Méndez M., Dorantes E.A. y Dzib G. (2007). Evaluación, diagnóstico y restauración de la vegetación y flora nativa de la duna costera en el norte de Yucatán. Informe final, SEMARNAT, Mérida, México.

Fernández, V. y Vitoria, J. (2000). Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Segunda edición. Madrid, España.

Flores, S.J. y Espejel, C.I. (1994). Tipos de vegetación de la Península de Yucatán. Etnoflora Yucatanense, Fascículo 3. Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, México.

Flores, J.S., Durán, R. y Ortiz-Díaz, J.J. (2010). Comunidades vegetales terrestres. En: R. Durán García y M. Méndez (Eds.), Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán. CICY-PPD-FMAM-CONABIO-SEDUMA, Mérida, pp. 125-129.

García, E. (1988). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F.

García-Gil, G. y Graniel-Castro, E. (2010). Geología. En: R. Durán García y M. Méndez González (Eds.), Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán. CICY-PPD-FMAM-CONABIO-SEDUMA, Mérida, pp. 4-6.

Guadarrama P., Salinas P.L., Ramos Z.J., Castillo A.S., Bonilla V.L., Chiappa C.X. (2016). Métodos de estudio en comunidades vegetales costeras de Yucatán y guía de campo. UNAM-PAPIME, Mérida, Yucatán.

Hubp, J.L., Quesado, J.F.A., y Pereño, R.E. (1992). Rasgos geomorfológicos mayores de la Península de Yucatán. Revista mexicana de ciencias geológicas, 10(2), 143-150.

Leirana-Alcocer, J.L. y Bautista-Zúñiga, F. (2014). Patrones de asociación entre la cobertura vegetal y la calidad del suelo en el matorral costero de la reserva Ría Lagartos, Yucatán. Ciencia UJAT, 8(2), 44-53.

Llamosa N.E., Rodríguez M.G. (2011). Aves comunes de la Península de Yucatán. Editorial Dante, Mérida, Yucatán.

López-Ramos, E. (1973). Península de Yucatán Geología Superficial. En: Heidi and Ward (Eds.), Carbonate Rocks, p. 3.

Macías Medrano, J.M. y Avendaño García, A. (2014). Climatología de tornados en México. Investigaciones geográficas, (83), 74-87.

Matteucci, D.S. y Colma, A. (1982). Metodología para el estudio de la vegetación. Monografía 22, Serie Biología. Organización de los Estados Americanos, Washington D.C.

Mueller-Dombois, D. y Ellenberg, H. (1974). Aims and methods of vegetation analysis. J. Wiley & Sons, Nueva York.

Orellana R., Balam K.M., Bañuelos I., García M.E., González-Iturbe J.A., Herrera C.F. y Vidal L.J. (1999). Evaluación climática. En: García de Fuentes A. y Córdoba-Ordoñez J. (Eds.), Atlas de Procesos Territoriales de Yucatán, pp. 163-182. UADY, México.

Pennington, T.D. y Sarukhán, J. (1998). Árboles tropicales de México. UNAM y Fondo de Cultura Económica, México D.F.

Pla, L. (2006). Biodiversidad: Inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. Interciencia, 31(8), 583-590.

Thomas, K. y Palma-López, D.J. (2017). Suelos. En: Naturaleza y Sociedad en el Área Maya. Academia Mexicana de Ciencias, México.

Torres, W., Méndez, M., Dorantes, A. y Durán, R. (2010). Estructura, composición y diversidad del matorral de duna costera en el litoral yucateco. Boletín de la Sociedad Botánica de México, (86), 37-51.

Tun-Dzul, F. y Manzanilla-Domínguez, H. (2005). Los Huracanes: Su Impacto en la Península de Yucatán en los Últimos 100 años. SEMARNAT/CONAFOR, México.

Fuentes electrónicas

Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán (CICY). (s.f.). Flora digital de la Península de Yucatán. Recuperado de: https://www.cicy.mx/sitios/flora%20digital/indice_busqueda.php

INEGI. (2020). Censo de Población y Vivienda 2020. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Recuperado de: https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/

IUCN. (2023). The IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2023-1. Recuperado de: https://www.iucnredlist.org/

Secretaría de Desarrollo Sustentable del Estado de Yucatán. (s.f.). Bitácora Ambiental — Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Yucatán. Recuperado de: https://bitacoraordenamiento.yucatan.gob.mx/

SEMARNAT. (s.f.). Sistema de Información de Calidad del Agua (SICA). Recuperado de: https://siga.conagua.gob.mx/

Normativa y ordenamientos jurídicos consultados

Diario Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán. (5 de diciembre de 2023). Decreto 692/2023 — Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán (POETY). Mérida, Yucatán.

Diario Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán. (2014). Decreto 160/2014 — Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán (POETCY). Mérida, Yucatán.

Diario Oficial de la Federación. (15 de abril de 2025). Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030. México D.F.

Diario Oficial de la Federación. (11 de marzo de 2022). NOM-001-SEMARNAT-2021. Que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación. México D.F.

Diario Oficial de la Federación. (10 de junio de 2015). NOM-041-SEMARNAT-2015. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible. México D.F.

Diario Oficial de la Federación. (30 de diciembre de 2010). NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental — Especies nativas de México de flora y fauna silvestres — Categorías de riesgo. México D.F.

H. Ayuntamiento de Hunucmá, Yucatán. (28 de junio de 2023). Factibilidad de Uso de Suelo Exp. DU/0410/2023, Licencia de Uso de Suelo Exp. DU/0409/2023, Autorización de Desarrollo Inmobiliario Exp. DU/0411/2023, Licencia de Urbanización Exp. DU/0413/2023, Permiso de Comercialización Exp. DU/0412/2023. Hunucmá, Yucatán.

VIII.6 RELACIÓN DE ANEXOS

El presente Manifiesto de Impacto Ambiental se presenta con los siguientes anexos:

Anexo	Descripción	Formato
Anexo 1	Documentos legales del promovente: • Copia certificada del Acta Constitutiva de THEMBA DESARROLLOS S.A. de C.V. • Nombramiento del representante legal (Meljem Alberto Charruf Semerena) • Copia simple del RFC de THEMBA DESARROLLOS S.A. de C.V. (TDE1901241Z8) • CURP, IFE y RFC del representante legal	Impreso / Digital PDF
Anexo 2	Cédula Profesional del responsable del estudio: • Ing. Miguel Ángel López Valdez, PICH Consultoría Ambiental	Impreso / Digital PDF
Anexo 3	Planos definitivos del proyecto: • ANTHIA MAS-01 — Plano de localización y distribución (Escala 1:1,500) • Planos de división en 5 partes (fracciones del predio) • Paramento ACD ANTHIA Hunucmá (Taller de Arquitectura, mayo 2026)	Digital PDF
Anexo 4	Cuadros de construcción — Planos catastrales de los tablajes: • Tablaje 4460 • Tablaje 73905 • Tablaje 73906 • Tablaje 73907 • Tablaje 73908	Impreso / Digital PDF
Anexo 5	Plan de Manejo Integral de Residuos del proyecto ANTHIA: • Clasificación de residuos generados por etapa • Cuantificación estimada • Procedimientos de almacenamiento temporal • Procedimientos de traslado y disposición final	Digital PDF
Anexo 6	Listados florísticos y faunísticos completos: • Listado de 28 especies vegetales con fotografías representativas • Listado de 31 especies de fauna con fotografías representativas • Verificación de estatus NOM-059-SEMARNAT-2010 e IUCN para cada especie	Digital PDF

Anexo	Descripción	Formato
Anexo 7	Registro fotográfico del predio: • Estado actual de la vegetación • Condiciones del suelo y relieve • Colindancias y vías de acceso	Digital PDF / JPG

Tabla VIII-4. Relación de anexos del MIA ANTHIA.