RESUMEN EJECUTIVO

El proyecto denominado "**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. 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.

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.

Las coordenadas geográficas de los puntos extremos del perímetro del área del proyecto, que fueron obtenidos en campo de la lectura de un Geoposicionador Satelital (GPS), se muestran en la siguiente tabla.

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
15	202686.1	2331550.27	21.060842	89.861019
16	202687.03	2331497.64	21.060367	89.861001

RESUMEN EJECUTIVO

V	X (m)	Y (m)	Latitud (°N)	Longitud (°W)
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 programa de trabajo iniciará en tanto se obtengan las autorizaciones en Materia de Impacto Ambiental y forestal a través de la dictaminación de la presente MIA modalidad Particular por la SEMARNAT. Los trabajos de preparación del terreno serán ejecutados de acuerdo con las etapas que se desarrollen en el plan maestro; así como las recomendaciones que las autoridades competentes involucradas en el proyecto designen. Se estima que el desarrollo de las etapas de preparación del sitio y de construcción se realizará en un total de 36 meses: 3 meses para la etapa de preparación del sitio y 33 meses para la construcción. El proyecto tendrá una vida útil en su etapa de operación de 99 años.

Vinculación con los instrumentos jurídicos aplicables

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
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

RESUMEN EJECUTIVO

Instrumento / Ordenamiento	Tipo	Resultado
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
NOM-081-SEMARNAT-1994 (ruido fuentes fijas)		
LEGISLACIÓN FEDERAL		

RESUMEN EJECUTIVO

Instrumento / Ordenamiento	Tipo	Resultado
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

RESUMEN EJECUTIVO

Instrumento / Ordenamiento	Tipo	Resultado
Ley de Asentamientos Humanos del Estado de Yucatán	Estatal	CUMPLE — Se solicitará la Licencia de Uso de Suelo correspondiente

Con base en el análisis integral desarrollado en el presente capítulo, se concluye que el proyecto denominado "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.

La definición del Sistema Ambiental, junto con la correcta definición de las actividades a desarrollarse, es primordial para la identificación de impactos ambientales de un proyecto, obra o actividad (Gallo et al.,2022). Si bien las guías oficiales de SEMARNAT establecen que el SA debe delimitarse con base a las UGA de programas de ordenamiento ecológico vigentes en el área de estudio, se deja a libre criterio esta delimitación cuando no hay una UGA definida. Aunque se tienen establecidos los criterios base para la delimitación del SA, la elección de qué criterios se pueden considerar en cada obra o proyecto queda a juicio del analista y depende mucho del tipo de proyecto analizado y los componentes bióticos y abióticos de los ecosistemas presentes en el sitio, donde hasta las diferencias en el paisaje y los contrastes entre los elementos que los integran ayudan a delimitar de mejor manera los SA, por lo que existe un amplio abanico de supuestos a considerar.

La metodología utilizada para la delimitación del SA fue el ensayo cartográfico en el cual se incluyen los límites externos de los factores en común y de mayor importancia para el proyecto mediante el apoyo de herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) tales como Arcgis Versión 10.8 (Esri Inc., 1999-2019) y Qgis Versión 3.34.11 (Free Software Foundation, Inc., 1989-1991). La delimitación del SA equivale a definir la unidad geográfica de referencia para la toma de decisiones en materia de evaluación del impacto ambiental. Así mismo, dado que se intenta definir los límites del o de los ecosistemas presentes en el área donde va a establecerse el proyecto, tal delimitación se concibe en términos operativos a través de la aplicación del concepto de sistema ambiental, el cual se circunscribe

RESUMEN EJECUTIVO

a una expresión objetiva, inventariable y cartografiable de los ecosistemas. En este caso, se definió como sistema ambiental el municipio de Hunucmá. El área de influencia indirecta del proyecto es un buffer de 500 a partir de los límites del predio, y el área de influencia directa es el predio mismo.

A) 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 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),

B) 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 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.

RESUMEN EJECUTIVO

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.

C) 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.

D) 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.

RESUMEN EJECUTIVO

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).

VEGETACIÓN TERRESTRE.

De acuerdo a la Carta de Uso de Suelo y Vegetación, Serie VII (INEGI, 2018), los usos y tipos de vegetación reportadas para el SA en la cual se pretende establecer el proyecto es vegetación secundaria derivada de selva baja caducifolia.

Caracterización de la vegetación.

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.

RESUMEN EJECUTIVO

FAUNA TERRESTRE.

Dentro del predio bajo estudio se cuenta con una cobertura de selva baja caducifolia en desarrollo secundario. Lo que de cierta manera contribuye a la presencia de diversos nichos y áreas de oportunidad para el desarrollo de la fauna silvestre. Esto es relevante puesto que las especies presentes en el área del proyecto son predominantemente las de afinidad terrestre, asociadas a este tipo ecosistema.

Con el fin de obtener el mayor reconocimiento posible de la fauna y otras características de la región, se revisaron listados y trabajos elaborados previamente en las áreas de influencia 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.

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.

Metodología de muestreo para cada grupo de fauna.

La determinación de los métodos los sitios de muestreo, el número de biólogos involucrados y el tiempo necesario para llevar a cabo el estudio faunístico, se realizó con base en el análisis del ciclo biológico de las especies a estudiar, tipo de vegetación y de la cartografía del área de estudio (imagen de satélite y carta de uso de suelo y vegetación). Durante el muestreo, se implementó de manera sistemática el mismo diseño y esfuerzo para cada grupo de fauna para cumplir con los supuestos de cada método y poder analizar la información objetiva. El método principal utilizado fue el de conteo en transectos, el cual permite estimar la presencia, abundancia, riqueza, actividad y densidad poblacional de las especies (Buckland et al., 1993; Wallace, 1999). La implementación de este método es funcional para todos los grupos de vertebrados (anfibios, reptiles, aves y mamíferos), además de ser de bajo costo y mantener un requerimiento de personal bajo-medio, se puede cubrir áreas extensas en poco tiempo. En esta metodología el observador camina a velocidad constante en el llamado transecto,

RESUMEN EJECUTIVO

donde se registran todos los organismos y rastros observados, este método de registro es eficaz pues al estar el observador en movimiento evita contar dos veces al mismo individuo (De la Maza et al., 2013). Por su parte, el conteo de rastros de la fauna silvestre dentro del recorrido de transectos, presenta ciertas ventajas pues corresponde a métodos de fácil aplicación en el campo, no representa disturbio a los individuos, y se puede aplicar en diferentes hábitats, además de proveer registros persistentes (Aguirre-León, 2011).

MEDIO SOCIOECONÓMICO.

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.

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.

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.

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.

En el municipio de Hunucmá se registra una población de 27,078 habitantes afiliados a algún servicio de salud. Según los datos del Censo 2020, el municipio

RESUMEN EJECUTIVO

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). 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.

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.

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.

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.

RESUMEN EJECUTIVO

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 de la 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.

IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS

Construcción del escenario modificado por el proyecto.

El proyecto tiene una ubicación dentro de un área de selva baja caducifolia en el norte de Yucatán, que han sido debidamente regulados por la legislación ambiental presente, así como el cumplimiento de las condiciones que marca el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero de Yucatán. Estas reglas de regulación son igualmente aplicadas para el desarrollo de este proyecto de desarrollo inmobiliario, en el que se van a definir exactamente las zonas de menor impacto a las condiciones naturales del terreno durante cada una de las etapas del proyecto. Es ineludible que este como cualquier proyecto, generará un escenario en el que las modificaciones a las condiciones naturales se tienen que presentar y por tanto esos impacto tendrán que ocurrir. Es labor de este estudio y su debido seguimiento, el poder aminorar, mitigar, y compensar cada uno de los impactos que se presentarán en este proyecto.

RESUMEN EJECUTIVO

Posteriormente a que este proyecto se concluya es relevante que quien utilice y opere el mismo, deberá cumplir con todos los requisitos aquí vertidos para hacer de este proyecto un proyecto de bajo impoacto y en lo posible sustentable y responsable de el cuidado y mejoramiento del medio ambiente que lo rodea.

Identificación de los efectos en el sistema ambiental.

A continuación, se presenta la Tabla con la identificación de las interacciones en los subsistemas ambientales de acuerdo a cada actividad del proyecto, obteniéndose así 123 interacciones. En la siguiente matriz se establece, resalta y evaluan las posibles interacciones mas relevantes en esta acción mencionada.

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.

RESUMEN EJECUTIVO

Evaluación de los 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.

MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

Debido a que se considera establecer un proyecto sustentable y con conciencia ambiental, el proyecto plantea una serie de acciones en pro del medio ambiente, las cuales serán consideradas como medidas de mitigación debido al beneficio que aportan en la disminución de impactos ambiental.

El proyecto considera plantea una serie de reglas y buenas prácticas durante todas las etapas del proyecto lo cual establecerá lo siguiente:

Capacitación y sensibilización al personal
Reglamento de uso y mantenimiento de maquinaria
Manejo y disposición de residuos sólidos
Manejo de residuos fisiológicos y aguas residuales
Rescate y reubicación de flora y fauna
Control de polvo y emisiones atmosféricas
Control y restricción de horarios de obra

RESUMEN EJECUTIVO

Saneamiento periódico del terreno
Protocolo de atención a derrames
Establecimiento de áreas verdes con vegetación nativa
Mantenimiento de biodigestores y sistemas de tratamiento

PRONÓSTICO DEL ESCENARIO.

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 urbanodel predio. Pérdida de oportunidades de desarrollo económico para la comunidad.
Ordenamiento	El predio permanecera cumplir con la vocación de uso urbano establecida por los instrumentos de planeación vigentes (POETY 2023, POETCY.

RESUMEN EJECUTIVO

Una herramienta útil para vigilar y reportar periódicamente el cumplimiento de las medidas y/o condicionantes, es la elaboración de una tabla de monitoreo donde puedan enlistarse estas medidas y a su vez describir su cumplimiento o incumplimiento, esto con la finalidad de mantener un control y un orden cronológico de los eventos ambientales que pudieran presentarse a lo largo del desarrollo de las actividades del proyecto.

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:

RESUMEN EJECUTIVO

Proyección por componente ambiental

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 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.

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.

RESUMEN EJECUTIVO

Durante la etapa de Operación, la instalación obligatoria de sistemas individualizados de biodigestores en cada una de las 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.

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.

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.

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.

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,

RESUMEN EJECUTIVO

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.

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 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.

RESUMEN EJECUTIVO

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	Riesgo de contaminación difusa por actividades agropecuarias y disposición	Riesgo mitigado por biodigestores individuales en cada vivienda (unidades). Mantenimiento periódico garantiza

RESUMEN EJECUTIVO

Componente	Escenario actual	Escenario sin proyecto	Escenario con proyecto + medidas de mitigación
	directa en el predio.	informal de residuos en predios aledaños.	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 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.

RESUMEN EJECUTIVO

Componente	Escenario actual	Escenario sin proyecto	Escenario con proyecto + medidas de mitigación
			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.	empleos temporales en PS y C. Vivienda digna para ~3,500 personas. Derrame económico de largo plazo. IMPACTO RESIDUAL POSITIVO — el más relevante del proyecto.

RESUMEN EJECUTIVO

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:

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.

RESUMEN EJECUTIVO

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 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 contará con todos los instrumentos de planeación y aprobación municipal del H. Ayuntamiento de Hunucmá, 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.

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.

RESUMEN EJECUTIVO

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.