MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MIA

Modalidad Particular

CIUDAD RENACIMIENTO



PROMOVENTE

MCR Proyectos y desarrollos S.A DE C.V

RESPONSABLE DE LA COORDINACIÓN DEL ESTUDIO

M.P.E.D.R. Sophia N. Canto Mendiburu

[redacted]

UCÚ, YUCATÁN, MÉXICO

OCTUBRE 2026

TABLA DE CONTENIDO

1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE, DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 6

1.1. Datos generales del proyecto 6

1.1.1. Nombre del proyecto 6

1.1.2. Naturaleza del proyecto y tipo de obra conforme al artículo 5 del REIA 6

1.1.3. Justificación y objetivos 7

1.2. Datos generales del promovente 10

1.2.1. Nombre o razón social 10

1.2.2. Registro Federal de Contribuyentes (RFC) 10

1.2.3. Nombre y cargo del representante legal 10

1.2.4. Domicilio para oír y recibir notificaciones 10

1.3. Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental 10

1.3.1. Nombre o razón social 10

1.3.2. Nombre del responsable técnico de la elaboración del estudio 10

1.3.3. Cédula profesional 10

1.3.4. Correo(s) electrónico(s) 10

1.4. Protesta de decir verdad 10

1.5. Ubicación del proyecto 11

1.5.1. Ubicación geopolítica 11

1.5.2. Coordenadas del trazo y de las estructuras 13

1.5.3. Vías de acceso 17

1.6. Descripción específica de las obras y actividades, incluyendo obras complementarias 19

1.6.1. Características técnicas de las obras y actividades del proyecto 19

1.6.2. Obras complementarias y temporales 26

1.7. Costo de inversión del proyecto 26

1.8. Programa de trabajo y duración estimada del proyecto 26

1.8.1. Descripción de actividades por etapa 27

1.8.2. Requerimiento de personal, maquinaria, equipo e insumos 33

1.8.3. Personal 34

1.8.4. Maquinaria y equipo 35

1.8.5. Insumos y materiales 36

1.9. Actividades altamente riesgosas 38

2. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO 38

2.1. Análisis de los instrumentos jurídicos y normativos 39

2.1.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos 39

2.1.2. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental 42

2.1.3. Otras leyes y reglamentos aplicables 45

2.1.4. Programas de ordenamiento ecológico 66

2.1.5. Programas y planes de desarrollo urbano 75

2.1.6. Áreas naturales protegidas, áreas destinadas voluntariamente a la conservación y sus programas de manejo 88

2.1.7. Normas Oficiales Mexicanas 89

2.2. Localidades con población indígena 91

2.3. Conclusiones de la vinculación 98

3. DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA 101

3.1. Delimitación de la Región Ecológica de acuerdo con las características y alcances del proyecto 102

3.1.1. Criterios para la delimitación y su justificación 102

3.1.2. Superficie de la Región Ecológica 104

3.1.3. Área del proyecto, área de influencia y región ecológica 107

3.2. Aspectos generales de la Región Ecológica 108

3.3. Uso de suelo y vegetación en la Región Ecológica 110

3.3.1. Uso de suelo y vegetación conforme a la cartografía del INEGI 110

3.3.2. Comparativo del uso de suelo y vegetación verificado en campo respecto a la cartografía del INEGI 112

3.4. Especies potenciales 114

3.5. Metodología de muestreo y análisis de datos 116

3.5.1. Delimitación de áreas y sitios de muestreo 117

3.5.2. Muestreo de flora 119

3.5.3. Muestreo de fauna 126

3.5.4. Análisis de diversidad y suficiencia del esfuerzo de muestreo 139

Análisis de diversidad florística 139

Análisis de diversidad faunística 140

Evaluación de la suficiencia del esfuerzo de muestreo 140

3.6. Resultados de los muestreos 141
3.6.1. Flora 141
3.6.2. Fauna 160
3.6.3. Especies endémicas o en alguna categoría de riesgo 178
3.6.4. Índices de diversidad biológica 179
3.7. Análisis de los componentes ambientales al interior de la Región Ecológica 179
3.7.1. Componentes bióticos 180
Uso del suelo y vegetación 180
Flora silvestre 180
Fauna silvestre 181
3.7.2. Componentes abióticos en la Región Ecológica (RE) 181
Clima 181
Interperismos climatológicos 185
Geomorfología y características del suelo 185
Edafología 187
Hidrología 188
3.7.3. Análisis de riesgo 190
Fenómenos naturales extremos 190
Vientos 191
Susceptibilidad de hundimientos 193
Susceptibilidad a la Inundación pluvial 194
3.7.4. Componentes socioeconómicos 195
3.8. Diagnóstico ambiental 209
3.8.1. Condición ambiental actual de la Región Ecológica 210
3.8.2. Problemáticas ambientales en la Región Ecológica 210
3.8.3. Reporte general de incidencias del proyecto y su área de influencia 214
4. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN 215
4.1. Metodología para la identificación, análisis y evaluación de impactos 215
4.2. Impactos ambientales existentes en la Región Ecológica 221
4.3. Identificación de los impactos ambientales del proyecto 224
4.3.1. Acciones del proyecto susceptibles de generar impactos 225
4.3.2. Componentes y subcomponentes ambientales susceptibles de ser afectados 225
4.3.3. Matriz de identificación de impactos 227

4.4. Caracterización, descripción y evaluación de los impactos 229
4.4.1. Valoración de los impactos 233
4.4.2. Descripción de los impactos por componente ambiental 242
4.5. Impactos significativos, acumulativos, sinérgicos y residuales 244
4.6. Medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración 246
4.6.1. Impactos ambientales del proyecto y medidas por etapa 248
4.6.2. Descripción de las medidas y programas 258
4.6.3. Medidas de compensación y/o restauración ambiental 261
4.6.4. Valoración económica de las medidas 264
4.7. Programa de vigilancia ambiental 264
4.8. Pronóstico ambiental de la Región Ecológica 267
4.9. Delimitación del área de influencia del proyecto 271
4.10. Conclusión integral de la Manifestación de Impacto Ambiental 272
ANEXOS. INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LA MIA 276
Listado de archivos editables 276
Documentación legal 276
Imágenes y otros anexos 276
Estudios específicos 276
Memorias de cálculo 277
Bibliografía y referencias 277

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

1.1. Datos generales del proyecto

1.1.1. Nombre del proyecto

"CIUDAD RENACIMIENTO"

1.1.2. Naturaleza del proyecto y tipo de obra conforme al artículo 5 del REIA

El proyecto denominado "CIUDAD RENACIMIENTO" consiste en una iniciativa de desarrollo inmobiliario y urbanización, cuya finalidad es establecer un conjunto planificado de espacios destinados a diversos usos del suelo, de conformidad con las características del proyecto ejecutivo y los instrumentos de planeación territorial y urbana aplicables.

Por su naturaleza, el proyecto se clasifica como una obra de infraestructura y desarrollo inmobiliario, que comprende actividades de preparación del sitio, construcción, habilitación de infraestructura y, posteriormente, operación y mantenimiento de las instalaciones y áreas que integren el desarrollo.

La ejecución de las obras podrá involucrar, según los componentes efectivamente autorizados en el proyecto, actividades de delimitación de áreas de intervención, remoción de vegetación, limpieza del terreno, movimientos de tierras, nivelación, conformación de vialidades, instalación de redes de servicios básicos, construcción de infraestructura urbana y acondicionamiento de áreas destinadas a los diferentes usos previstos.

Desde el punto de vista ambiental, la naturaleza de las obras requiere analizar las posibles modificaciones sobre la cobertura vegetal, las características físicas y biológicas del suelo, los patrones de infiltración y escurrimiento superficial, la disponibilidad y calidad del agua, el hábitat de la fauna silvestre y la configuración del paisaje, así como también se deberán considerarán los impactos directos, indirectos, acumulativos, sinérgicos y residuales que pudieran derivarse de las diferentes etapas del desarrollo, atendiendo a la extensión territorial del proyecto, su temporalidad, las características del sistema ambiental y su interacción con otros desarrollos existentes o previstos en la zona.

Por lo tanto, la planificación y ejecución del proyecto incorpora un análisis integral d ellos impactos ambientales, en relación con las actividades específicamente del proyecto, así como también, identificara los criterios de prevención, mitigación y, cuando corresponda, compensación ambiental, orientados a reducir las afectaciones sobre los componentes del medio físico, biótico y socioeconómico.

De acuerdo con el artículo 5 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, las obras y actividades que requieren autorización federal se encuentran clasificadas conforme a su naturaleza y a las características del sitio donde se pretenden ejecutar.

En este sentido, el proyecto también considera el Cambio de uso del suelo para desarrollos inmobiliarios e infraestructura urbana en predios con vegetación forestal, por lo que se entregara la documentación y pagos de derechos correspondientes.

1.1.3. Justificación y objetivos

El proyecto denominado "CIUDAD RENACIMIENTO" surge como una propuesta de desarrollo urbano planificado, orientada a la integración de espacios con diferentes usos y funciones, mediante un esquema de aprovechamiento territorial que permita la incorporación de infraestructura, equipamiento y servicios necesarios para el establecimiento de actividades habitacionales, comerciales y complementarias, conforme a las características y alcances definidos en el proyecto ejecutivo.

La justificación del proyecto se fundamenta en la necesidad de promover alternativas de desarrollo inmobiliario que permitan atender los requerimientos de suelo urbanizable y de infraestructura asociados con los procesos de crecimiento y transformación territorial de la región, particularmente en las zonas de influencia del municipio de Ucú y del área metropolitana de Mérida, Yucatán.

En este contexto, el desarrollo inmobiliario de usos mixtos constituye una alternativa de organización espacial que busca integrar distintas actividades urbanas dentro de un mismo conjunto, favoreciendo la complementariedad funcional entre los espacios destinados a vivienda, comercio, servicios, equipamiento y áreas de uso común, de acuerdo con la distribución territorial y los usos de suelo que se establezcan en los instrumentos de planeación correspondientes.

Desde una perspectiva territorial, el proyecto plantea la posibilidad de concentrar diferentes funciones urbanas dentro de una superficie previamente delimitada, mediante la organización de áreas de aprovechamiento, infraestructura de conectividad, redes de servicios y espacios destinados a la conservación o integración de elementos naturales, según las condiciones ambientales y las restricciones que resulten aplicables.

La implementación de un esquema de desarrollo planificado permite establecer criterios para la distribución de las obras y actividades, la definición de etapas constructivas y la incorporación de infraestructura, con la finalidad de evitar intervenciones desarticuladas sobre el territorio y facilitar la aplicación de medidas de prevención y mitigación ambiental.

Asimismo, el proyecto pretende contribuir a la diversificación de las actividades económicas vinculadas con los sectores de la construcción, comercio y prestación de servicios, mediante la generación de oportunidades de inversión y empleo durante sus diferentes etapas de ejecución. Estos beneficios potenciales deberán valorarse considerando las características del proyecto, su programación y las condiciones socioeconómicas de su área de influencia.

Desde el punto de vista ambiental, se reconoce que el desarrollo de infraestructura inmobiliaria y urbana puede ocasionar modificaciones sobre los componentes del medio físico y biótico, particularmente cuando las actividades de preparación del sitio y construcción implican la remoción de cobertura vegetal, alteraciones en las propiedades del suelo, cambios en las condiciones de

infiltración del agua, generación de residuos, emisiones atmosféricas, ruido y modificaciones en la disponibilidad de hábitats para la fauna silvestre.

En consecuencia, la justificación ambiental del proyecto no se limita a sus posibles beneficios urbanos y socioeconómicos, sino que comprende la necesidad de identificar y evaluar anticipadamente los impactos ambientales asociados con su ejecución, así como de establecer las medidas necesarias para prevenir, mitigar y, cuando corresponda, compensar las afectaciones identificadas.

Para ello, la planeación del desarrollo deberá considerar las características ambientales del sitio, la distribución y estado de conservación de la vegetación, la presencia de especies de flora y fauna silvestres, las condiciones geológicas e hidrogeológicas, las restricciones territoriales y la capacidad de la infraestructura existente o proyectada para atender las necesidades derivadas de las actividades propuestas.

De igual manera, resulta relevante considerar las particularidades ambientales de la península de Yucatán, entre ellas la naturaleza predominantemente kárstica de su territorio, la importancia de los procesos de infiltración y la vulnerabilidad potencial del acuífero ante la incorporación de contaminantes. Estas condiciones hacen necesario integrar criterios de manejo de aguas residuales, control de escurrimientos, protección del suelo y prevención de la contaminación durante las distintas etapas del proyecto.

En materia de ordenamiento territorial, la viabilidad del desarrollo estará condicionada a su congruencia con los instrumentos de planeación urbana y ordenamiento ecológico aplicables, así como al cumplimiento de las disposiciones ambientales federales, estatales y municipales correspondientes.

Por lo anterior, CIUDAD RENACIMIENTO se plantea como una iniciativa de aprovechamiento territorial que busca articular el desarrollo de infraestructura y espacios urbanos con la aplicación de criterios de planeación y gestión ambiental, procurando reducir los impactos adversos sobre el sistema ambiental y establecer mecanismos de seguimiento durante su construcción, operación y mantenimiento.

En este sentido, la viabilidad ambiental del proyecto deberá sustentarse en los resultados de la caracterización del sistema ambiental, la evaluación de impactos, el análisis de alternativas y la definición de medidas ambientales técnicamente justificadas, los cuales se desarrollarán en los capítulos correspondientes de la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

Objetivo general del proyecto

Desarrollar un conjunto inmobiliario de usos mixtos denominado “CIUDAD RENACIMIENTO”, mediante la planeación, habilitación y construcción de espacios destinados a diferentes actividades urbanas, así como de la infraestructura y los servicios necesarios para su funcionamiento, bajo criterios de ordenamiento territorial, eficiencia en el aprovechamiento del suelo y protección ambiental, procurando la compatibilidad entre las actividades proyectadas y las características físicas, biológicas y socioeconómicas del entorno.

En este sentido, CIUDAD RENACIMIENTO es un complejo de usos mixtos que se desarrollara en diversas etapas de construcción, por lo tanto, la presente Manifestación de Impacto Ambiental, únicamente evaluara los impactos relacionados con la etapa de construcción de vivienda de INFONAVIT.

Objetivos específicos

1. Promover un desarrollo urbano planificado, mediante la distribución ordenada del uso del suelo habitacional, conforme a los instrumentos de planeación territorial y urbana aplicables.

4. Optimizar el aprovechamiento territorial, mediante la delimitación de las superficies destinadas al uso habitacional, procurando reducir las intervenciones innecesarias sobre áreas que no requieran modificación.

5. Incorporar criterios de protección de la biodiversidad, considerando la identificación de comunidades vegetales, hábitats y especies de flora y fauna presentes en el predio, particularmente aquellas incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y sus modificaciones vigentes.

6. Prevenir y minimizar la alteración de los recursos naturales, mediante la implementación de medidas dirigidas a reducir los efectos de las actividades de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento sobre el suelo, agua, vegetación, fauna y paisaje.

7. Promover el manejo ambientalmente adecuado de los residuos, mediante la aplicación de procedimientos de separación, almacenamiento temporal, recolección y disposición de los residuos generados durante las diferentes etapas del proyecto, conforme a la normatividad aplicable.

8. Proteger las condiciones hidrogeológicas del área, mediante la incorporación de medidas para prevenir la contaminación del suelo y del acuífero, así como para favorecer el manejo adecuado de aguas pluviales y residuales.

9. Contribuir al desarrollo socioeconómico regional, mediante la generación potencial de empleos directos e indirectos y la demanda de bienes y servicios asociados con las diferentes etapas del desarrollo inmobiliario.

10. Dar cumplimiento a las disposiciones ambientales aplicables, mediante la obtención de las autorizaciones correspondientes y la implementación de las medidas y condicionantes que, en su caso, establezcan las autoridades competentes.

11. Establecer mecanismos de seguimiento y vigilancia ambiental, que permitan verificar la aplicación y eficacia de las medidas de prevención, mitigación, restauración y compensación que resulten procedentes.

12. Favorecer la integración ambiental del desarrollo, mediante la incorporación de criterios de conservación de áreas naturales, manejo de vegetación y acondicionamiento de espacios verdes, conforme a las características ambientales del predio y a las disposiciones aplicables.

1.2. Datos generales del promovente

1.2.1. Nombre o razón social

MCR PROYECTOS Y DESARROLLOS S.A DE C.V

1.2.2. Registro Federal de Contribuyentes (RFC)

MPY 081105EM9

1.2.3. Nombre y cargo del representante legal

[redacted]

1.2.4. Domicilio para oír y recibir notificaciones

[redacted]

1.3. Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental

1.3.1. Nombre o razón social

M.P.E.D.R. Sophia N. Canto Mendiburu

1.3.2. Nombre del responsable técnico de la elaboración del estudio

[redacted]

1.3.3. Cédula profesional

[redacted]

1.3.4. Correo(s) electrónico(s)

[redacted]

1.4. Protesta de decir verdad

Declaro bajo protesta de decir verdad que los resultados de la Manifestación de Impacto Ambiental del Proyecto se obtuvieron a través de la aplicación de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y del uso de la mayor información disponible, y que las medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración sugeridas son las más efectivas para atenuar los impactos ambientales (Artículo 36 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental).

_____

Nombre y firma electrónica digital del responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental

1.5. Ubicación del proyecto

El proyecto pretende ubicarse en los tablajes catastrales 15143, 15203, 15155, 15144, 15204, 15156, 15145, 15205, 15157, 15146, 15206, 15158, 15147, 15199, 15200, 15202, 15201, 15160, 15150 15148, 15159, 15149, todos de la localidad y municipio de Ucú, Yucatán.

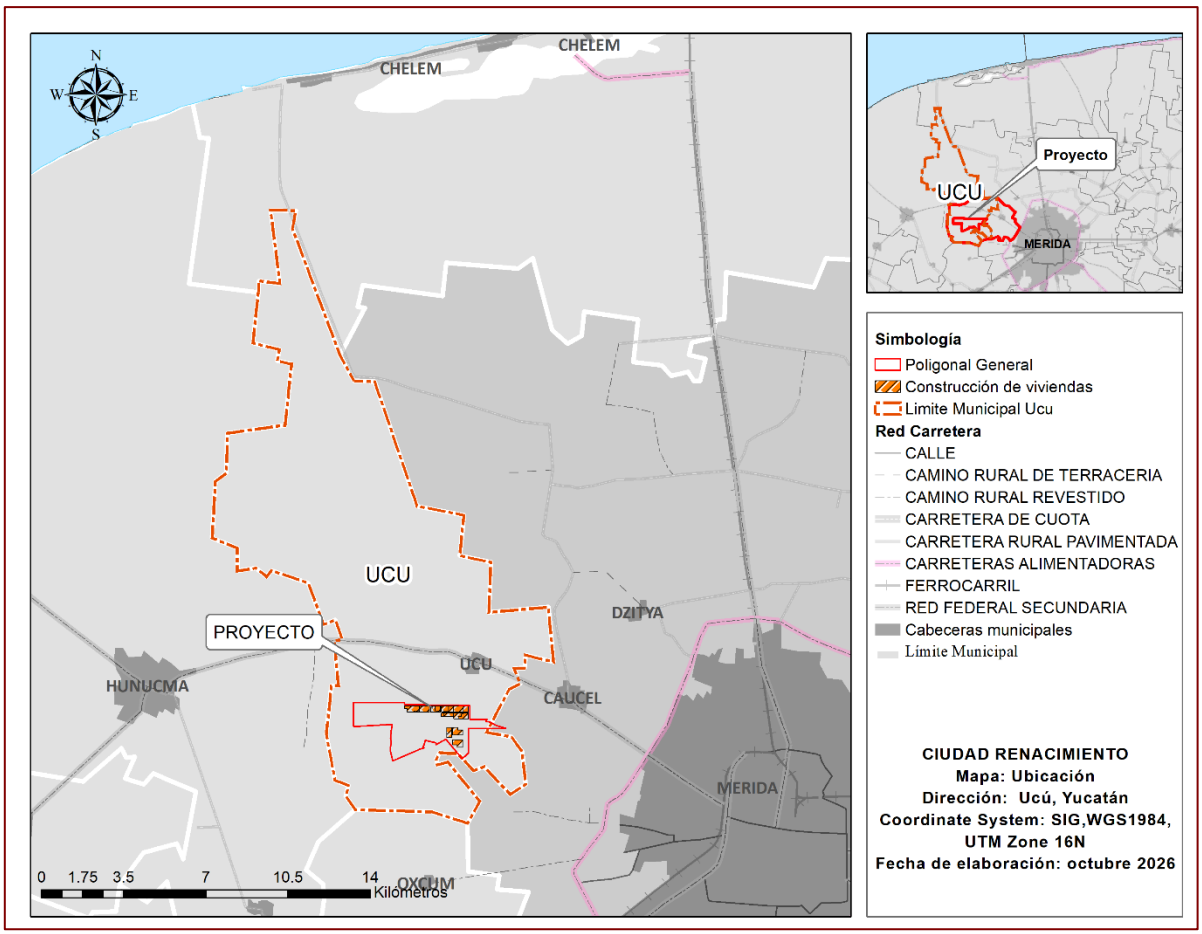


Figura 1. Ubicación general CIUDAD RENACIMIENTO

1.5.1. Ubicación geopolítica

El proyecto denominado “CIUDAD RENACIMIENTO” se localiza en el municipio de Ucú, perteneciente al estado de Yucatán, en la región sureste de la República Mexicana. Desde el punto de vista político-administrativo, el proyecto se encuentra dentro de la jurisdicción territorial del municipio de Ucú, el cual forma parte del entorno metropolitano de la ciudad de Mérida, capital del estado.

El estado de Yucatán se ubica en la porción norte de la península del mismo nombre y limita al norte con el golfo de México, al este y sureste con el estado de Quintana Roo y al suroeste con el estado de Campeche. Por su parte, el municipio de Ucú se localiza en la porción noroccidental del estado, en una zona de interacción territorial con los municipios de Mérida, Hunucmá, Umán y Progreso, lo que le confiere una relación funcional con la dinámica urbana y socioeconómica de la región metropolitana.

En este contexto, el proyecto contempla la construcción de 13,876 viviendas de INVONAVIT en un área total de 1,245,206.43 m2.

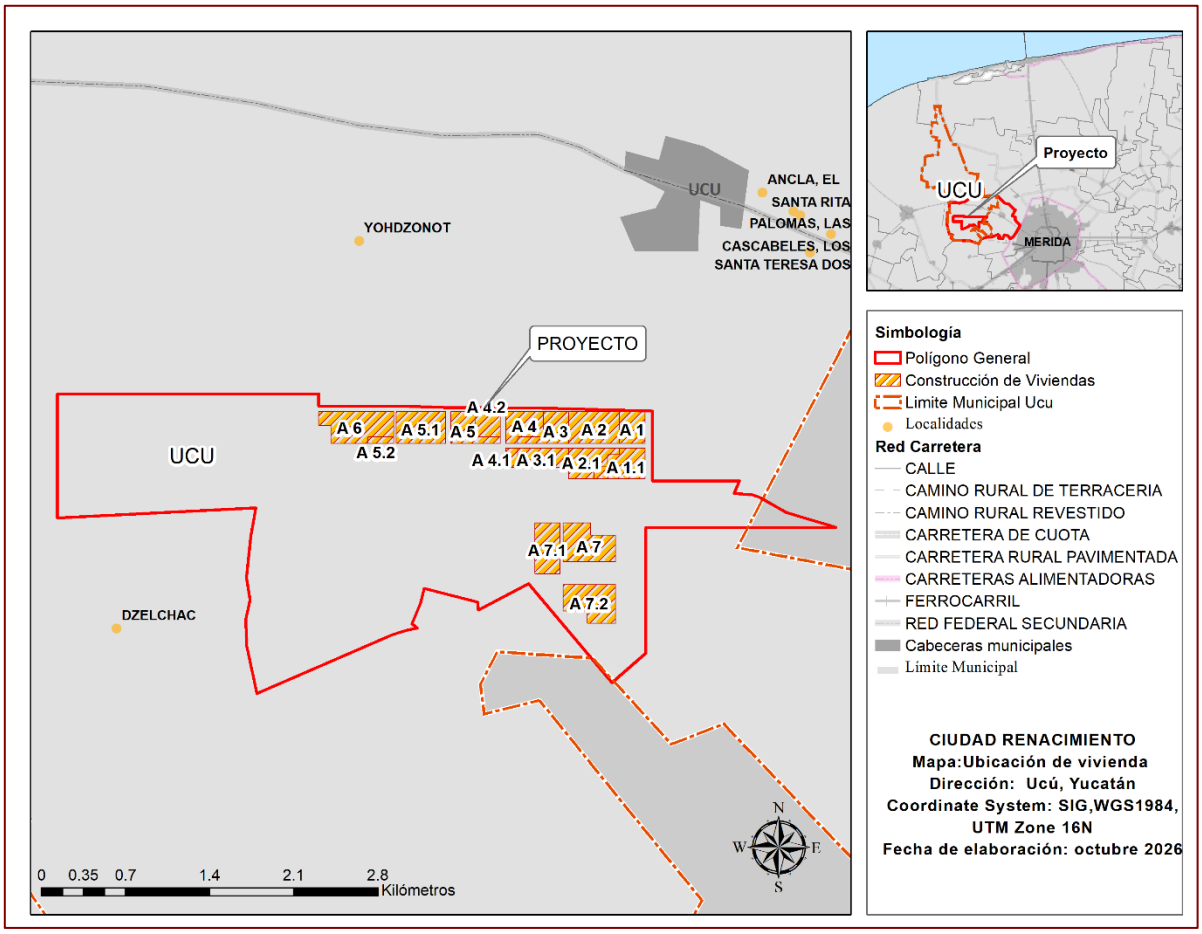


Figura 2. Ubicación de las poligonales para la construcción de vivienda

Por sus características, el desarrollo representa una intervención territorial de carácter urbano que integrará diversos usos del suelo y servicios complementarios dentro de una misma superficie de actuación. Su localización en el municipio de Ucú hace necesario considerar los instrumentos de planeación y regulación territorial aplicables, particularmente aquellos relacionados con el ordenamiento ecológico, el desarrollo urbano, la infraestructura de servicios y la compatibilidad de los usos del suelo.

Desde el ámbito administrativo, la ejecución del proyecto estará sujeta a las disposiciones que correspondan a los tres órdenes de gobierno, en función de sus respectivas atribuciones. En materia ambiental, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) será competente para evaluar las obras y actividades que actualicen los supuestos de competencia federal previstos en la legislación aplicable, mientras que las autoridades estatales y municipales intervendrán en los procedimientos relacionados con el desarrollo urbano, la regulación del uso del suelo, la infraestructura y las autorizaciones de su competencia.

La ubicación geopolítica del proyecto constituye un elemento relevante para la evaluación de impacto ambiental, ya que permite identificar las jurisdicciones administrativas involucradas, los instrumentos normativos aplicables y la relación territorial del desarrollo con los centros de población existentes y la infraestructura regional.

Tabla 1. Ubicación geopolítica del proyecto

Entidad federativa	Municipio(s)	Localidad(es) cercanas
Yucatán	Ucu	Dzelchac y Yohdzonot

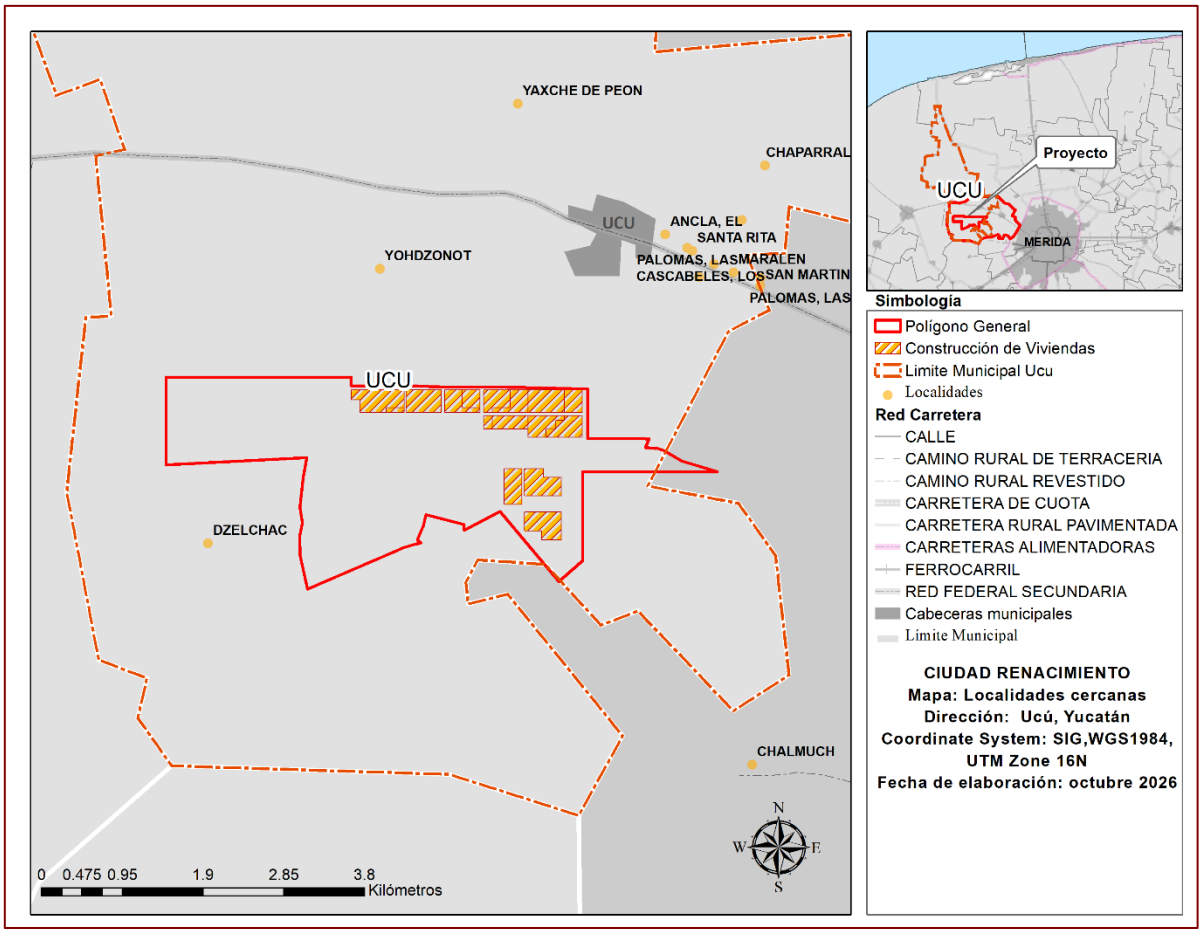


Figura 3. Ubicación de las localidades más cercanas al proyecto

1.5.2. Coordenadas del trazo y de las estructuras

A continuación, se presenta el mapa con los vértices de las poligonales para la construcción de vivienda y la tabla con las respectivas coordenadas.

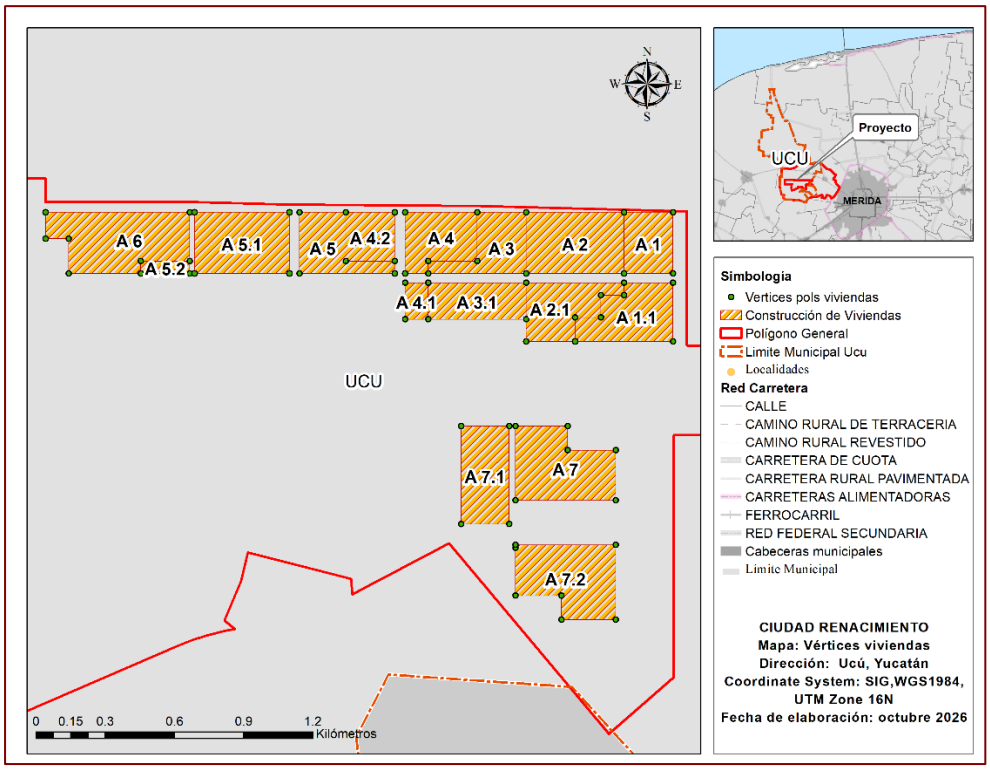


Figura 4. Mapa con los vértices del polígono general del proyecto

Tabla 2. Coordenadas del polígono general del proyecto

CLAVE	V	X	Y
A 1	1	214462.391393	2325758.682920
	2	214250.191393	2325758.682920
	3	214250.191393	2326023.073100
	4	214462.391394	2326023.073100
	5	214462.391393	2325758.682920
A 1.1	1	214462.391394	2325464.405870
	2	214037.991360	2325464.405870
	3	214037.991391	2325568.205580
	4	214150.091391	2325568.202320
	5	214150.091391	2325664.502180
	6	214250.191393	2325664.502160
	7	214250.191391	2325717.796050
	8	214462.391393	2325717.796050
	9	214462.391394	2325464.405870

CLAVE	V	X	Y
A 2	1	214250.191393	2326023.073100
	2	214250.191393	2325758.682920
	3	213825.791390	2325758.682920
	4	213825.791390	2326023.073100
	5	214250.191393	2326023.073100
A 2.1	1	214250.191391	2325717.796050
	2	214250.191393	2325664.502160
	3	214150.091391	2325664.502180
	4	214150.091391	2325568.202320
	5	214037.991391	2325568.205580
	6	214037.991360	2325464.405870
	7	213825.791390	2325464.405870
	8	213825.791390	2325560.705580
	9	213825.791390	2325717.796050
	10	214250.191391	2325717.796050
A 3	1	213825.791390	2325758.682920
	2	213401.391384	2325758.682920
	3	213401.391384	2325811.974100
	4	213613.591388	2325811.974100
	5	213613.591388	2326023.073100
	6	213825.791390	2326023.073100
	7	213825.791390	2325758.682920
A 3.1	1	213825.791390	2325717.796050
	2	213825.791390	2325560.705580
	3	213401.391384	2325560.705580
	4	213401.391384	2325717.796050
	5	213825.791390	2325717.796050
A 4	1	213613.591388	2326023.073100
	2	213613.591388	2325811.974100
	3	213401.391384	2325811.974100
	4	213401.391384	2325758.682920
	5	213301.291242	2325758.682920
	6	213301.291386	2326023.073100
	7	213613.591388	2326023.073100
A 4.1	1	213401.391384	2325560.705580
	2	213301.291384	2325560.705580
	3	213301.291386	2325717.796050
	4	213401.391384	2325717.796050
	5	213401.391384	2325560.705580

CLAVE	V	X	Y
A 4.2	1	213256.879614	2325811.973380
	2	213044.679529	2325811.974100
	3	213044.679528	2326023.073100
	4	213256.879530	2326023.073100
	5	213256.879614	2325811.973380
A 5	1	213044.679529	2325811.974100
	2	213256.879614	2325811.973380
	3	213256.879530	2325758.682920
	4	212844.479528	2325758.682920
	5	212844.479682	2326023.073080
	6	213044.679528	2326023.073100
	7	213044.679529	2325811.974100
A 5.1	1	212800.699401	2325758.682920
	2	212388.299398	2325758.682960
	3	212388.299398	2326023.073120
	4	212800.699400	2326023.073120
	5	212800.699401	2325758.682920
A 5.2	1	212368.299386	2325758.682920
	2	212156.099384	2325758.684770
	3	212156.099384	2325811.973380
	4	212368.299388	2325811.973380
	5	212368.299386	2325758.682920
A 6	1	212368.299388	2325811.973380
	2	212156.099384	2325811.973380
	3	212156.099384	2325758.684770
	4	211843.799383	2325758.683230
	5	211843.799383	2325908.273240
	6	211743.699383	2325908.273240
	7	211743.693603	2326023.073100
	8	212368.299386	2326023.073100
	9	212368.299388	2325811.973380

CLAVE	V	X	Y
A 7	1	214006.851237	2324993.037600
	2	214214.559891	2324993.037600
	3	214214.559891	2324775.437690
	4	213779.660913	2324775.437900
	5	213779.660000	2325096.837460
	6	214006.851179	2325096.837460

	7	214006.851237	2324993.037600
A 7.1	1	213752.660417	2324672.888090
	2	213544.959977	2324672.888090
	3	213544.960027	2325096.837470
	4	213752.659978	2325096.837470
	5	213752.660417	2324672.888090
A 7.2	1	214214.559891	2324582.937620
	2	214214.609111	2324259.288530
	3	213979.843600	2324259.288530
	4	213979.794847	2324362.987950
	5	213779.659912	2324362.987950
	6	213779.659912	2324570.687960
	7	213779.660913	2324582.937860
	8	214214.559891	2324582.937620

1.5.3. Vías de acceso

El proyecto denominado “CIUDAD RENACIMIENTO” se localiza en el municipio de Ucú, en la porción noroccidental del estado de Yucatán, dentro del entorno territorial de influencia de la zona metropolitana de Mérida.

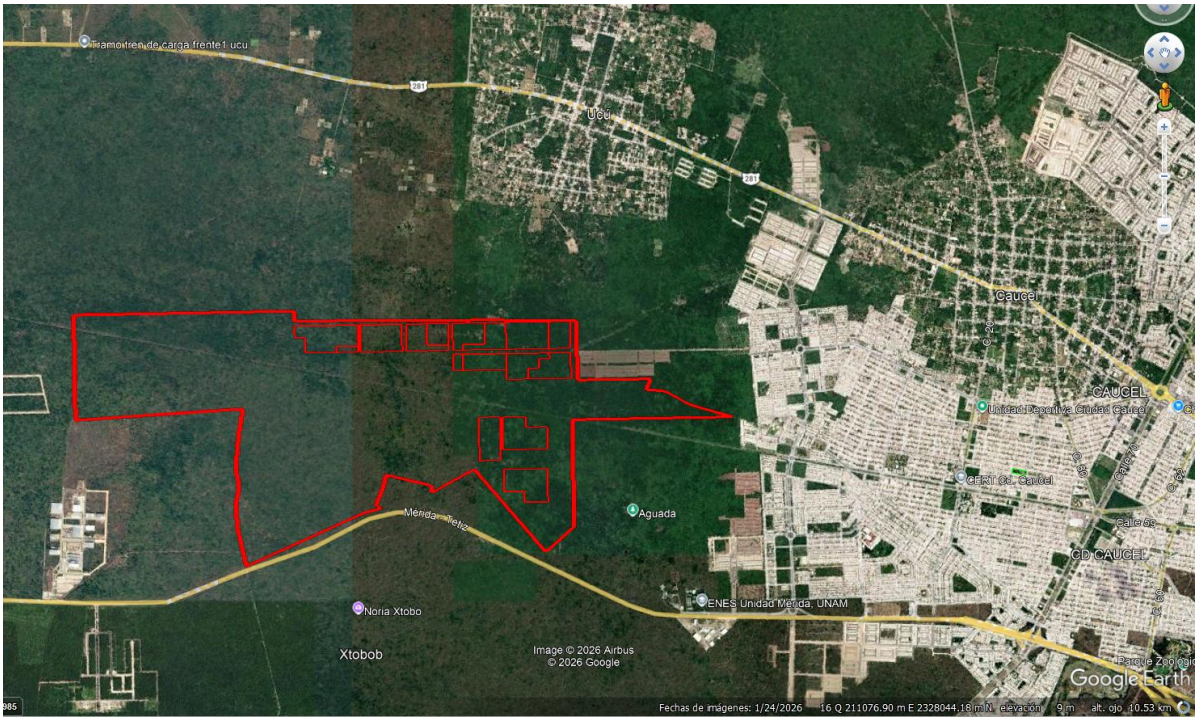
La conectividad regional del municipio se encuentra relacionada con la red carretera y vial que comunica a las localidades del noroeste del estado con la ciudad de Mérida y los municipios circundantes.

Para la ejecución del proyecto, la identificación de las vías de acceso constituye un elemento relevante, debido a que durante las etapas de preparación del sitio y construcción se requerirá el ingreso y salida de personal, maquinaria, equipo, materiales e insumos necesarios para el desarrollo de las obras.

Asimismo, durante la etapa de operación, la infraestructura vial de todo el complejo deberá permitir la movilidad de los habitantes y usuarios de los diferentes componentes del desarrollo, considerando que el presente proyecto contempla únicamente la construcción de 13,876 viviendas, los demás equipamientos e infraestructura que se consideran en el complejo serán gestionados y evaluados en su momento.

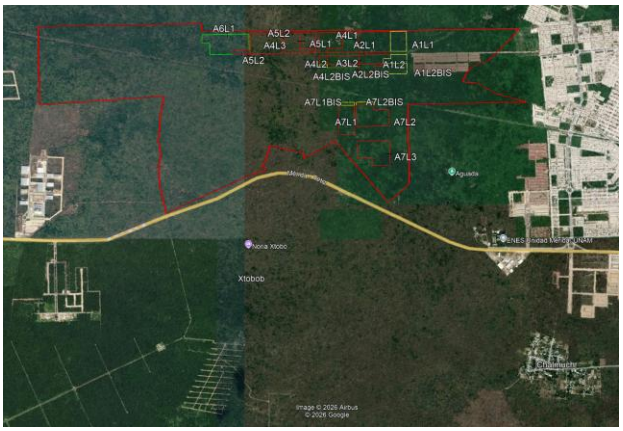
En este sentido, la carretera estatal Mérida – Tetiz, la cual colinda con una porción del proyecto en la colindancia sur permite acceder directamente al polígono, así como los accesos que se proyecten habilitar o construir a futuro.

Mapa del sitio y rutas de acceso



Colindancias





Norte	Predios sin uso aparente, cabecera municipal de Ucú y carretera federal Mérida-Hunucmá	**Sur**	Predios sin uso aparente, y carretera Mérida-Tetiz en una fracción del terreno

			
Este	En la parte Este del proyecto colinda con la cabecera municipal de Hunucmá. Así como también con predios sin uso aparente y desarrollos inmobiliarios en construcción.	**Oeste**	El proyecto colinda al Oeste con el desarrollo habitacional Ciudad Caucel.

Figura 5. Mapa Vías de acceso al proyecto

1.6. Descripción específica de las obras y actividades, incluyendo obras complementarias

El proyecto consiste en la construcción de 13,876 viviendas de INFONAVIT en una superficie total de 1,245,206.43m2, ubicado sobre la carretera Mérida – Tetiz. El proyecto propone la planificación, urbanización y construcción de un conjunto de viviendas habitacionales, localizado en el municipio de Ucú, Yucatán, cuya finalidad a futuro es integrar espacios habitacionales, infraestructura de servicios, equipamiento urbano y áreas destinadas a actividades comerciales, recreativas y comunitarias.

Las viviendas estarán distribuidas en diferentes polígonos habitacionales. Este componente habitacional se encuentra distribuido entre diferentes macrolotes y desarrolladores, contemplando infraestructura de conexión y servicios para su funcionamiento dentro de la vivienda. Las obras del proyecto comprenden las actividades necesarias para la preparación y acondicionamiento del terreno, la construcción de infraestructura hidráulica, sanitaria y eléctrica dentro de la vivienda.

1.6.1. Características técnicas de las obras y actividades del proyecto

El proyecto denominado “CIUDAD RENACIMIENTO” contempla la construcción y habilitación de un conjunto urbano integral, constituido por áreas habitacionales, infraestructura de servicios, equipamiento urbano, espacios comerciales, áreas recreativas y vialidades de conexión.

Sin embargo, como se ha mencionado en apartados anteriores el componente habitacional es el que estará sujeto a evaluación en la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

Tabla 3. Características técnicas generales del proyecto

Concepto	*Característica*
Tipo de desarrollo	*Habitacional*
Tipo	*INFONAVIT*
Ubicación	*Municipio de Ucú, Yucatán*
Número de viviendas	*13,876*
Organización territorial	*Macrolotes habitacionales*
Superficie total (m2)	*1,245,206.43 m2*
Infraestructura	*Las viviendas contaran con infraestructura eléctrica, hidráulica y sanitaria*

Características técnicas del componente habitacional

El componente habitacional del proyecto estará integrado por 13,876 viviendas, distribuidas en macrolotes de desarrollo que se conectarán a futuro con la infraestructura urbana general. La distribución preliminar del componente habitacional se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 4. Tabla resumen y control de macrolotes

RESUMEN Y CONTROL DE MACROLOTES

Macrolote	Nomenclatura de Proyecto	Viviendas	Superficie de Terreno (m²)	Total Macrolote (m²)	Desarrollador
A1	A1L1	1,616.00	56,103.60	**141,545.36**	MCR PROYECTOS
	A1L2		31,656.77		
	A1L2bis		53,784.99		
A2	A2L1	2,120.00	112,207.19	**188,084.05**	MCR PROYECTOS
	A2L2		43,747.60		
	A2L2bis		32,129.26		
A3	A3L1	1,504.00	67,411.99	**134,081.15**	PROVI
	A3L2		50,269.57		
	A3L2bis		16,399.59		
A4	A4L1	1,484.00	71,260.68	**131,780.71**	PROYECTISTAS ASOCIADOS DEL MAYAB
	A4L2		11,856.70		
	A4L2bis		3,868.04		
	A4L3		44,795.29		
A5	A5L1	2,128.00	64,239.20	**184,581.75**	CASAS PENINSULARES
	A5L2		109,034.51		
	A5L3		11,308.04		
A6	A6L1	1,552.00	138,855.88	**138,855.88**	CASAS PENINSULARES
A7	A7L1bis	3,472.00	8,006.59	**326,277.53**	INDHECA
	A7L1		80,047.78		
	A7L2		109,458.62		
	A7L2bis		8,757.95		
	A7L3		120,006.59		
TOTAL GENERAL		**13,876**	**1,245,206.43**	**1,245,206.43**	

Las viviendas se desarrollarán conforme a los proyectos arquitectónicos y estructurales correspondientes, considerando las características del terreno, la distribución de los lotes y las disposiciones urbanísticas aplicables.

Las obras de edificación comprenderán las actividades de cimentación, construcción de elementos estructurales, muros, cubiertas, instalaciones eléctricas e hidrosanitarias, acabados y habilitación de accesos.

Las tipologías de vivienda, dimensiones de lotes y superficies construidas se muestran a continuación.

PROTOTIPO A, PLANTA BAJA

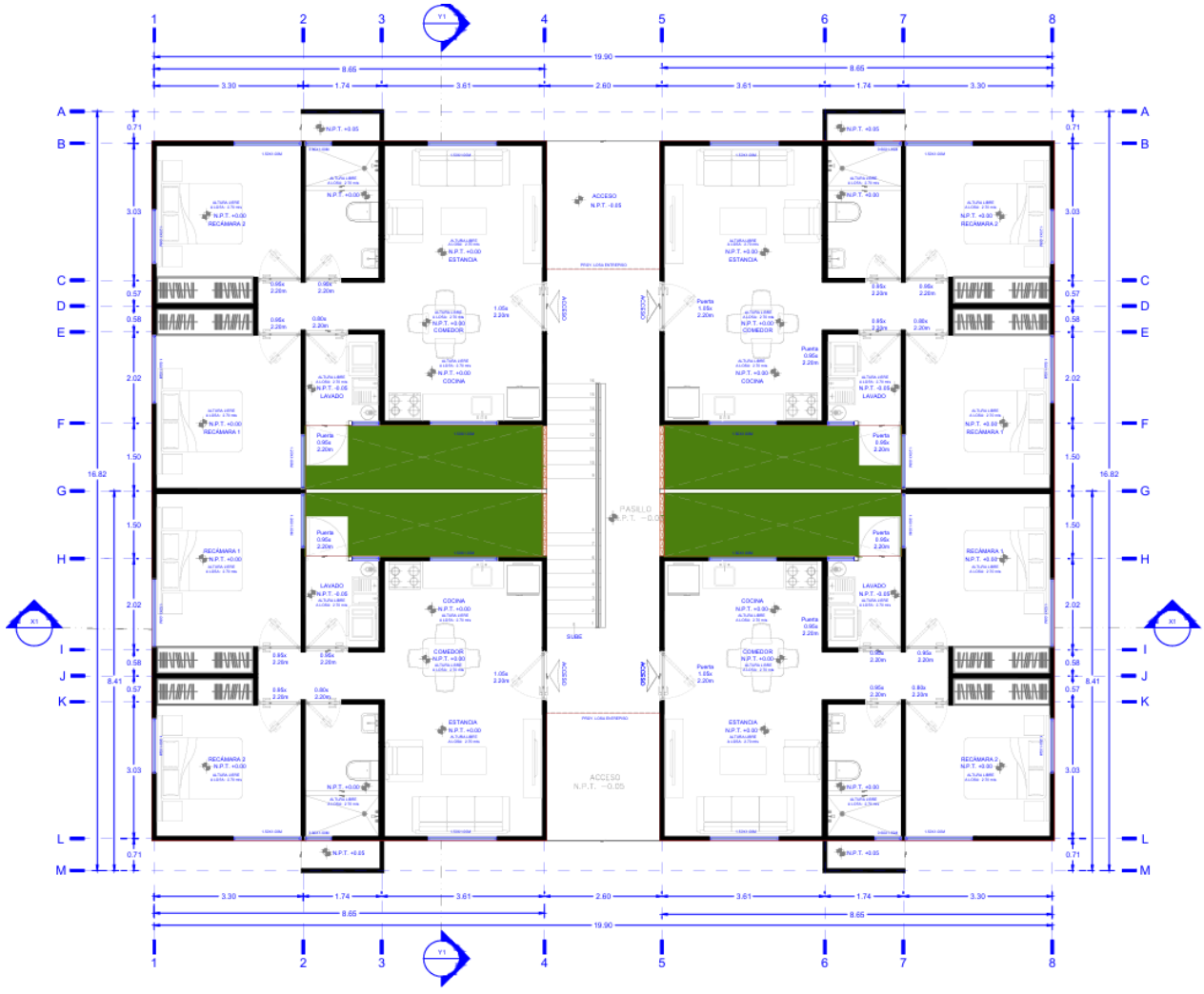


Figura 6. Vivienda Prototipo A, planta baja.

PROTOTIPO A, PLANTA ALTA

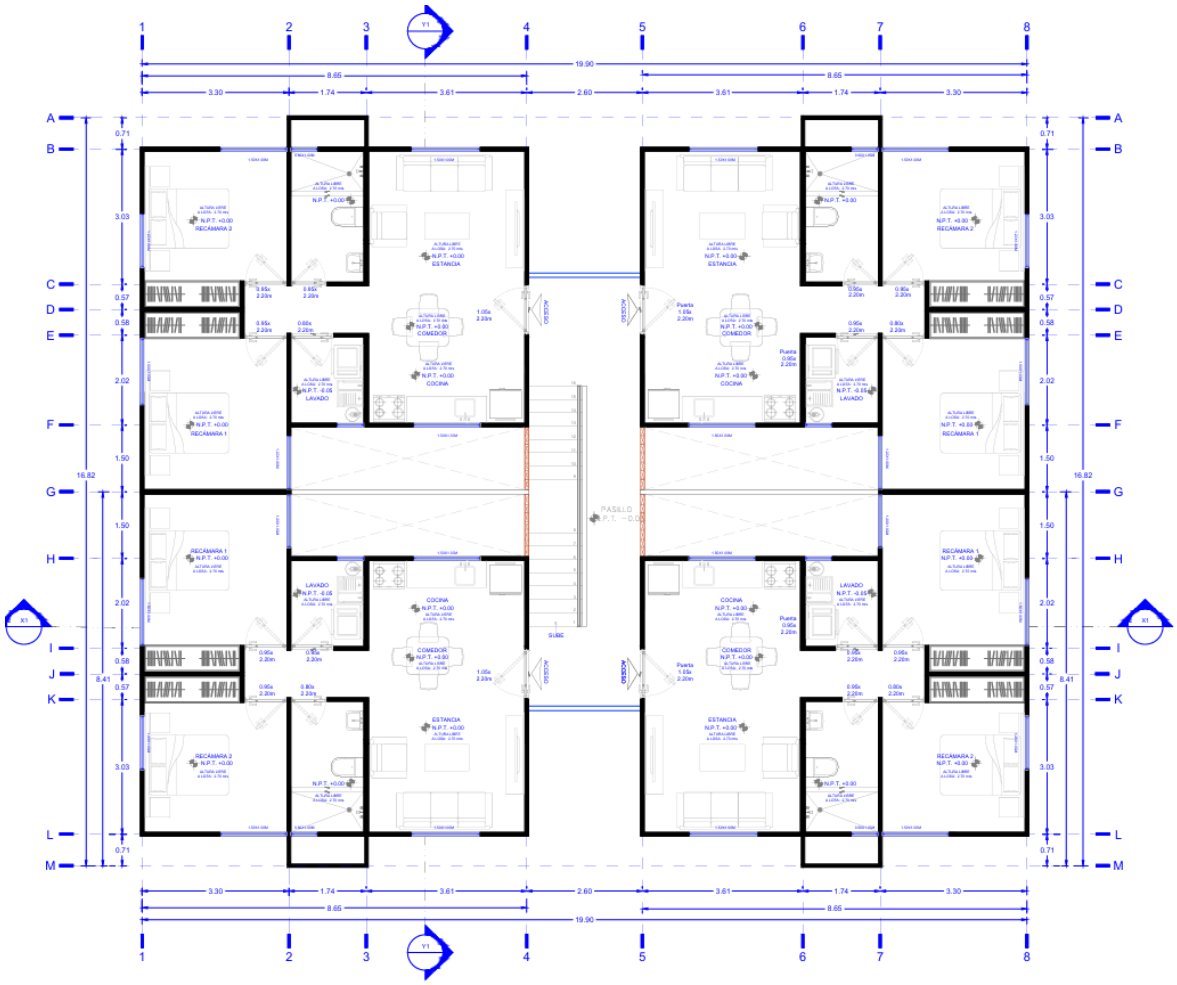


Figura 7. Vivienda Prototipo A, planta alta.

PROTOTIPO B, PLANTA BAJA

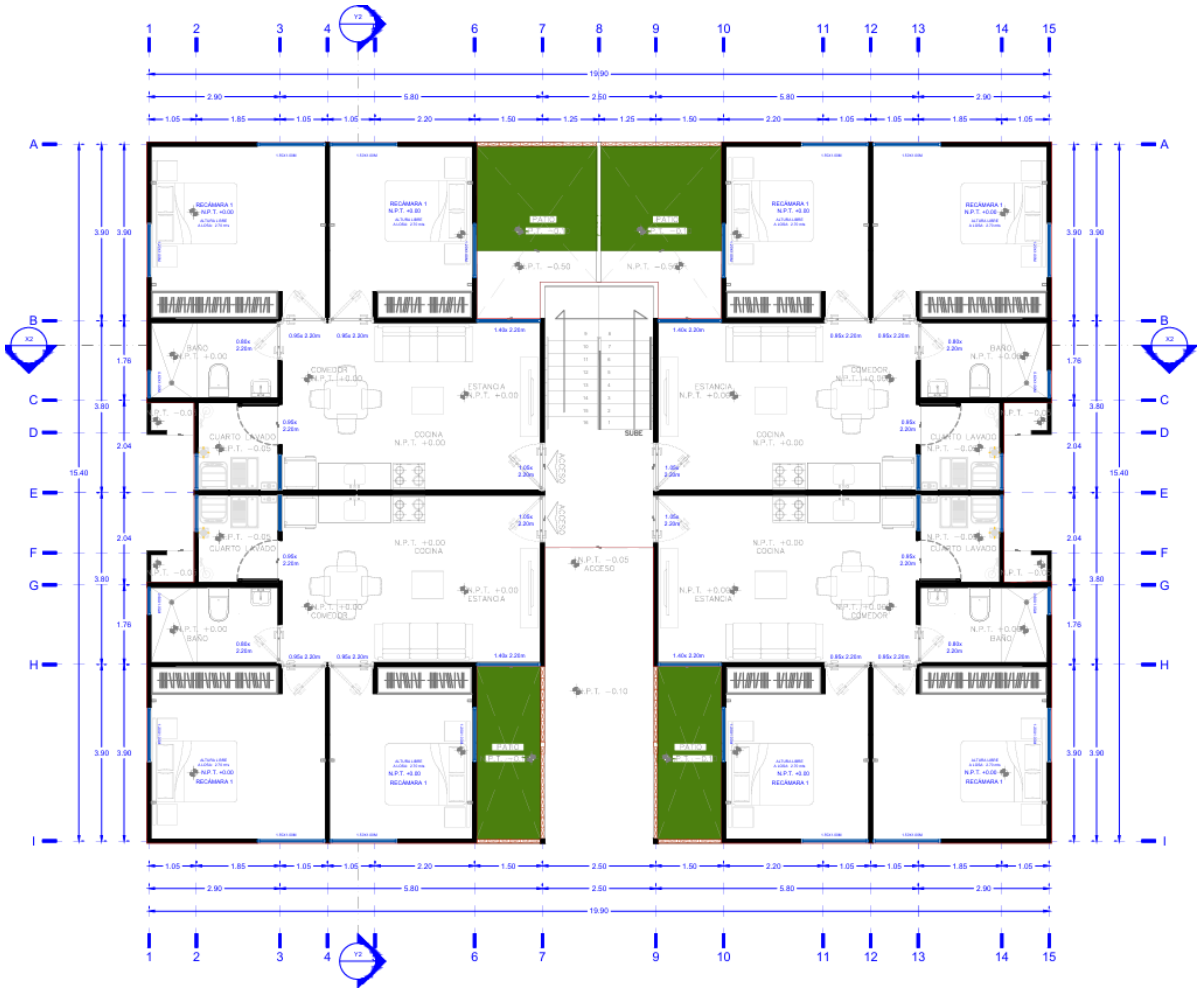


Figura 8. Vivienda Prototipo B, planta baja.

PROTOTIPO B, PLANTA ALTA

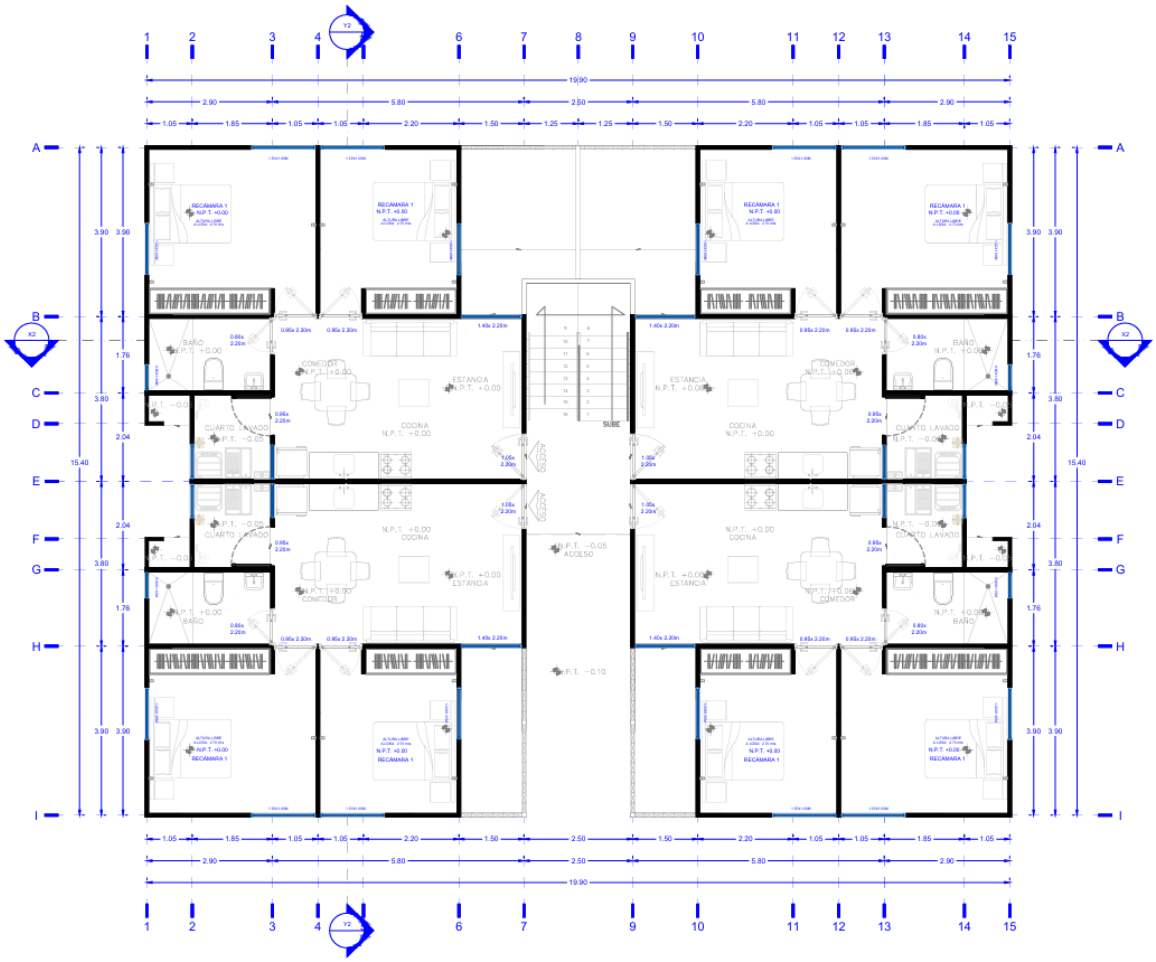


Figura 9. Vivienda Prototipo B, planta alta.

PROTOTIPO C, PLANTA BAJA

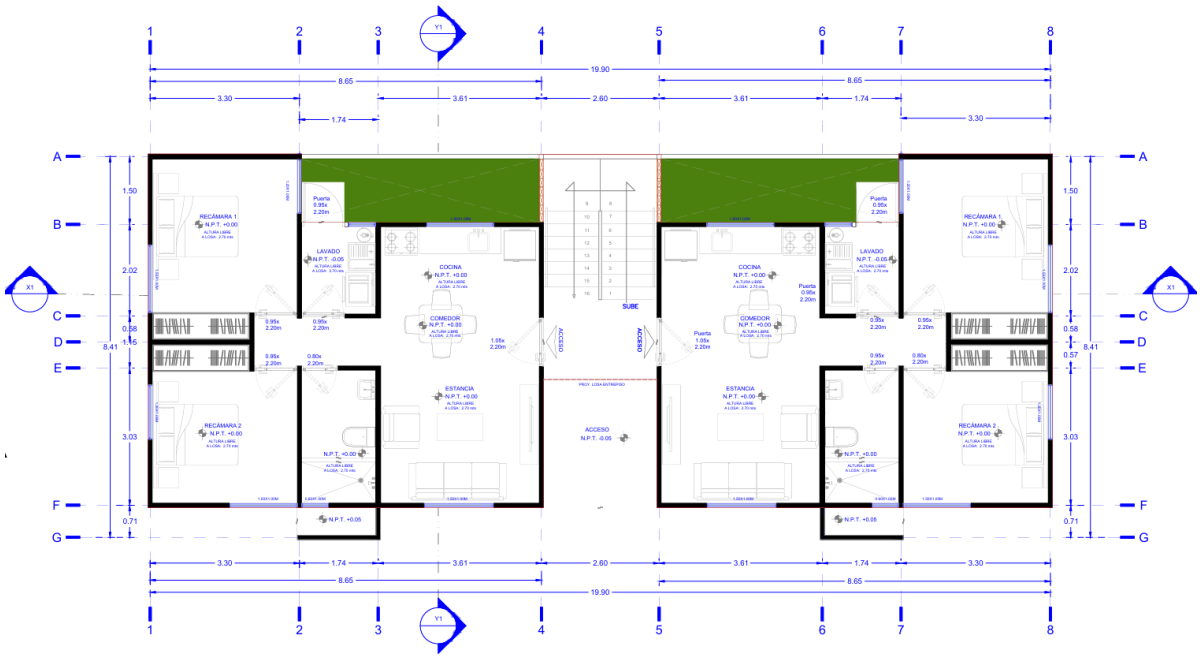


Figura 10. Vivienda Prototipo C, planta baja

PROTOTIPO C, PLANTA ALTA

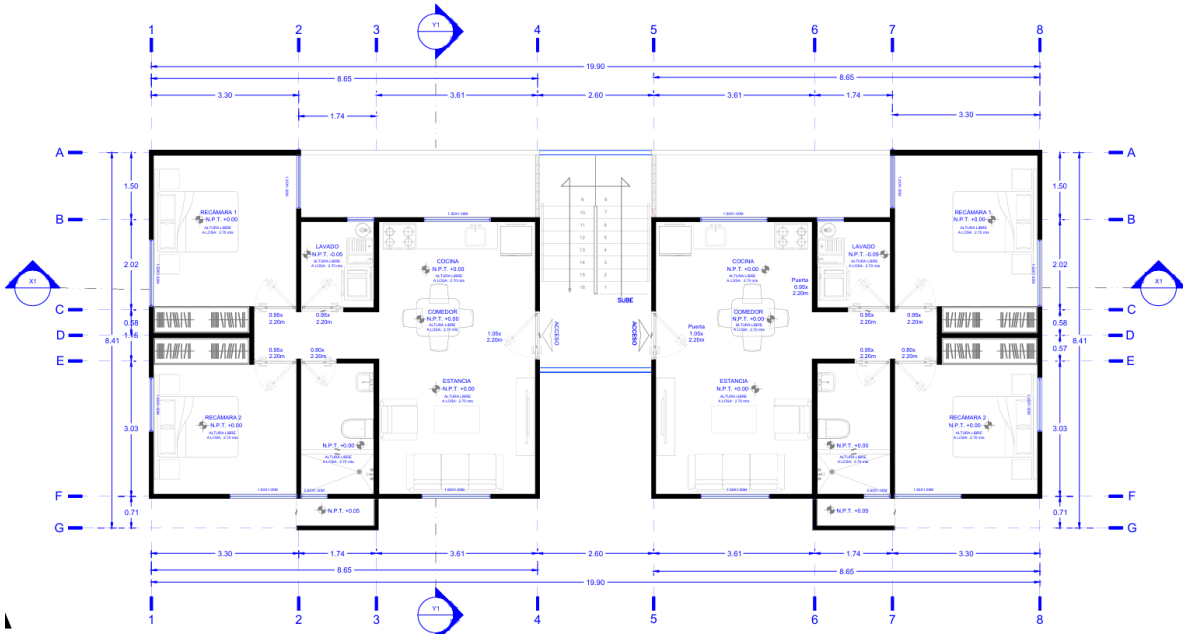


Figura 11. Vivienda Prototipo C, planta alta

1.6.2. Obras complementarias y temporales

Durante la construcción se habilitarán instalaciones provisionales para apoyar las actividades de obra, entre ellas oficinas temporales, almacenes, patios de maniobras, áreas de acopio, sanitarios portátiles y espacios para almacenamiento temporal de residuos.

Estas instalaciones se ubicarán preferentemente dentro de superficies autorizadas para intervención, procurando evitar afectaciones adicionales a la vegetación y al suelo. La cantidad, número, superficie, ubicación y tiempo de permanencia se definirán en función del programa constructivo y los frentes de trabajo.

Una vez concluida su utilización, las instalaciones temporales se retirarán y las superficies intervenidas se acondicionarán conforme a las medidas ambientales aplicables.

1.7. Costo de inversión del proyecto

El costo de la inversión del proyecto es de 723.76 MDP aproximadamente. Se considera el 10% de esta inversión para las medidas de prevención y mitigación.

1.8. Programa de trabajo y duración estimada del proyecto

Descripción del programa de trabajo

El programa que se presenta a continuación constituye una propuesta de programación ambiental y constructiva a 36 meses, elaborada a partir de los componentes identificados en la información técnica del proyecto.

Esta programación se presenta por trimestres, considerando cuatro trimestres por año y un periodo total de construcción de 36 meses y se estructura de manera secuencial y parcialmente simultánea, considerando que algunas actividades podrán desarrollarse de forma paralela en diferentes frentes de trabajo, de acuerdo con las necesidades técnicas, constructivas y operativas del proyecto.

Las actividades de rescate y reubicación de flora y fauna silvestre se programan durante los primeros tres trimestres, debiendo realizarse antes del desmonte y despalme de los frentes de trabajo correspondientes. Si posteriormente se intervienen áreas con vegetación o presencia de fauna, deberá verificarse la necesidad de aplicar nuevamente las medidas de protección ambiental pertinentes.

Se precisa que la construcción de equipamiento educativo, de asistencia social, recreativo, deportivo, cultural, de salud y comercial no forma parte de las obras sometidas a evaluación en la presente MIA, debido a que dichos componentes serán desarrollados mediante proyectos particulares independientes y, cuando corresponda, sujetos a sus respectivos procedimientos de autorización.

No obstante, deberán considerarse las interacciones e impactos acumulativos previsibles de dichos desarrollos con las obras del presente proyecto, particularmente en materia de movilidad, abastecimiento de agua, saneamiento, servicios urbanos y transformación territorial.

Tabla 5. Programa general de trabajo del proyecto – CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA

CIUDAD RENACIMIENTO | PROGRAMA DE TRABAJO TRIMESTRAL

Construcción de vivienda · 36 meses · Operación a partir del mes 37

ETAPA	ACTIVIDAD	AÑO 1					AÑO 2					AÑO 3					
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12				
PREPARACIÓN DEL SITIO	Delimitación, trazo y señalización del proyecto	•	•														
	Rescate y reubicación de flora y fauna silvestre	•	•	•													
	Desmonte, despalme y limpieza del terreno		•	•	•	•											
	Nivelación y acondicionamiento del terreno		•	•	•	•	•										
CONSTRUCCIÓN	Movimientos de tierras, excavaciones y rellenos			•	•	•	•	•	•	•							
	Cimentación			•	•	•	•	•	•	•	•						
	Construcción de estructuras, muros y techos				•	•	•	•	•	•	•	•					
	Acabados					•	•	•	•	•	•	•	•				
	Instalación de infraestructura eléctrica, sanitaria e hidráulica dentro de la vivienda					•	•	•	•	•	•	•	•				
	Acondicionamiento de áreas verdes dentro de la vivienda									•	•	•	•				
	Pruebas, limpieza final y entrega habitacional											•	•				
OPERACIÓN (desde mes 37)	**Inicia después de concluir los 36 meses de construcción; no se representa dentro de T1–T12.**																

Nota: Programación propuesta; actividades superpuestas por ejecución en frentes habitacionales. T1 = meses 1–3; T12 = meses 34–36.

1.8.1. Descripción de actividades por etapa

1.8.1.1. *Etapa de preparación del sitio*

Delimitación, trazo y señalización del proyecto

Esta actividad comprende la identificación y delimitación física de las superficies destinadas a la construcción de viviendas, mediante trabajos topográficos que permitan establecer los límites de las áreas de intervención, los niveles de referencia y la ubicación de las obras proyectadas.

Se realizará el trazo de los espacios destinados a las edificaciones habitacionales, así como la colocación de señalamientos, estacas y referencias topográficas para orientar las actividades posteriores. Estas acciones permitirán controlar las superficies de intervención y evitar afectaciones innecesarias sobre áreas que no formen parte de las obras autorizadas.

Rescate y reubicación de flora y fauna silvestre

Previo a las actividades que impliquen la remoción de vegetación o la alteración del terreno, se implementarán acciones de protección, rescate y, cuando corresponda, reubicación de ejemplares de flora y fauna silvestre presentes en las áreas de intervención.

Para la flora, las actividades comprenderán la identificación de ejemplares susceptibles de rescate, su extracción mediante técnicas apropiadas, traslado y establecimiento en sitios receptores previamente seleccionados, de acuerdo con las características y requerimientos ecológicos de cada especie.

En el caso de la fauna, se realizarán recorridos de reconocimiento y acciones de ahuyentamiento dirigidas, priorizando el desplazamiento natural de los organismos hacia áreas seguras. Cuando resulte necesario, se efectuarán actividades de captura, manejo y reubicación mediante personal capacitado, conforme a las disposiciones ambientales aplicables. Se dará especial atención a las especies que pudieran encontrarse incluidas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y sus modificaciones vigentes.

Desmonte, despalme y limpieza del terreno

Esta actividad consiste en el retiro de la vegetación existente dentro de las superficies destinadas a la construcción de viviendas, así como en la remoción de la capa superficial del suelo y de materiales que pudieran interferir con el desarrollo de las obras. El desmonte se realizará de manera progresiva y únicamente en las áreas requeridas para las edificaciones habitacionales, procurando evitar la afectación de superficies ajenas a los frentes de construcción.

El despalme comprenderá el retiro de la capa superficial del terreno en aquellos sitios donde las condiciones técnicas de la obra lo requieran. Los materiales vegetales y edáficos resultantes serán manejados de forma diferenciada, procurando su aprovechamiento cuando sus características lo permitan. Posteriormente, se efectuará la limpieza general de las superficies intervenidas, retirando residuos, materiales sueltos y elementos que obstaculicen el inicio de los trabajos constructivos.

Nivelación y acondicionamiento del terreno

Una vez concluidas las actividades de desmonte, despalme y limpieza, se realizarán los trabajos necesarios para acondicionar las superficies donde se construirán las viviendas. Estas acciones podrán incluir ajustes puntuales de nivelación, compactación y preparación de plataformas, de acuerdo con las características topográficas del terreno y los requerimientos establecidos en los proyectos arquitectónicos y estructurales.

La nivelación tendrá como finalidad proporcionar condiciones adecuadas de estabilidad y soporte para las edificaciones, procurando limitar las modificaciones del relieve natural a las superficies estrictamente necesarias.

1.8.1.2. *Etapa de construcción — obra civil*

Movimientos de tierras, excavaciones y rellenos

Esta actividad comprende los trabajos de excavación, corte, retiro, traslado y colocación de materiales necesarios para la preparación de las áreas donde se desarrollarán las obras habitacionales. Las excavaciones se efectuarán principalmente en los sitios destinados a cimentaciones, elementos estructurales y canalizaciones para las instalaciones propias de las viviendas.

Cuando las condiciones del terreno lo requieran, se realizarán rellenos y compactaciones con materiales adecuados para alcanzar los niveles de proyecto y garantizar condiciones de estabilidad. Los materiales producto de las excavaciones podrán reutilizarse dentro de las superficies de construcción, siempre que sus características físicas y técnicas lo permitan. Los excedentes serán trasladados a sitios de aprovechamiento o disposición autorizados, según corresponda.

Cimentación

La cimentación comprende la ejecución de los elementos estructurales encargados de transmitir las cargas de las viviendas al terreno natural, garantizando condiciones adecuadas de estabilidad y seguridad. Los trabajos podrán incluir excavaciones, preparación de superficies de desplante, colocación de acero de refuerzo, instalación de cimbras y colado de concreto, conforme a las especificaciones establecidas en los proyectos estructurales correspondientes.

El tipo y las dimensiones de las cimentaciones se determinarán con base en las características geotécnicas del terreno y los requerimientos de diseño de las edificaciones. Durante su ejecución se emplearán materiales, maquinaria, herramientas y personal especializado para garantizar la correcta construcción de los elementos estructurales.

Construcción de estructuras, muros y techos

Esta actividad comprende la edificación de los elementos que conformarán la estructura y los espacios interiores de las viviendas, de acuerdo con los planos arquitectónicos y estructurales autorizados. Los trabajos incluirán la construcción de elementos de soporte, columnas, trabes, cadenas, muros y sistemas de cubierta, utilizando materiales y procedimientos constructivos acordes con las especificaciones técnicas del proyecto.

A continuación, se mencionan los siguientes trabajos estructurales para la obra civil:

Plataformas de concreto: Formación de plataformas de concreto armado colado en sitio, con acabado afinado y nivelación conforme a proyecto.

Muros de concreto armado: Ejecución de muros estructurales con acero de refuerzo conforme a planos, utilizando moldes metálicos (cimbra metálica) para colado en sitio.

Losas de concreto armado: Construcción de losas macizas coladas en sitio (sin sistema de vigueta y bovedilla), con acero de refuerzo superior e inferior.

Celosía decorativa: Suministro e instalación de celosía no estructural, únicamente con función estética, fabricada en el material indicado por el cliente, anclada a elementos estructurales existentes sin transmitir cargas.

Asimismo, se realizarán las actividades de colocación, armado, fijación y unión de los componentes estructurales, así como los trabajos complementarios necesarios para conformar los espacios habitacionales.

La ejecución se desarrollará progresivamente en los diferentes frentes de construcción, conforme al programa de obra establecido.

Acabados

Una vez concluidos los principales elementos estructurales de las viviendas, se realizarán los trabajos de acabados interiores y exteriores, con la finalidad de proporcionar condiciones adecuadas de funcionalidad, protección y habitabilidad. Estas actividades podrán comprender la aplicación de aplanados, recubrimientos, pintura, colocación de pisos, revestimientos, puertas, ventanas, cancelería y demás elementos arquitectónicos previstos en el proyecto.

También se realizarán los trabajos de sellado, impermeabilización y protección de superficies expuestas a las condiciones ambientales. Durante esta etapa se generarán principalmente residuos derivados de recortes, sobrantes de materiales, envases y empaques, los cuales deberán manejarse conforme a sus características y a la normativa aplicable.

Instalación de infraestructura eléctrica, sanitaria e hidráulica dentro de la vivienda

Esta actividad comprende la colocación de las instalaciones necesarias para el funcionamiento de cada unidad habitacional, incluyendo los sistemas eléctricos, hidráulicos y sanitarios interiores.

En materia eléctrica, se realizarán trabajos de instalación de canalizaciones, conductores, tableros, contactos, apagadores y demás componentes necesarios para la distribución de energía eléctrica dentro de las viviendas.

Las instalaciones hidráulicas comprenderán la colocación de tuberías, conexiones, válvulas y accesorios destinados al suministro y distribución interna de agua.

Por su parte, las instalaciones sanitarias incluirán la colocación de tuberías, conexiones y elementos destinados a la conducción de aguas residuales desde los muebles sanitarios hasta los puntos de conexión previstos en el proyecto.

Una vez instalados los sistemas, se realizarán las verificaciones y pruebas correspondientes para comprobar su funcionamiento, hermeticidad y seguridad.

Acondicionamiento de áreas verdes dentro de la vivienda

Esta actividad comprende la preparación y acondicionamiento de los espacios destinados a áreas verdes dentro de los lotes habitacionales, de acuerdo con la distribución arquitectónica prevista para las viviendas.

Los trabajos podrán incluir limpieza superficial, preparación del suelo, incorporación de sustratos adecuados y establecimiento de vegetación ornamental o especies vegetales compatibles con las condiciones ambientales locales.

Se procurará privilegiar el uso de especies nativas o adaptadas al clima de la región, evitando la introducción de especies exóticas invasoras. El acondicionamiento de estos espacios contribuirá a mejorar las condiciones paisajísticas y ambientales inmediatas de las viviendas.

Pruebas, limpieza final y entrega habitacional

Una vez concluidos los trabajos constructivos, se realizarán actividades de revisión, verificación y pruebas de funcionamiento de los diferentes componentes que integran las viviendas.

Estas acciones comprenderán la inspección de elementos constructivos, instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias, así como la identificación y corrección de posibles deficiencias detectadas durante las revisiones finales.

Posteriormente, se efectuará la limpieza general de las unidades habitacionales, incluyendo el retiro de residuos de construcción, sobrantes de materiales, empaques, herramientas y equipos temporales utilizados durante la ejecución de las obras.

Finalmente, se procederá a la entrega de las viviendas terminadas, conforme a los procedimientos administrativos y técnicos establecidos para el desarrollo habitacional.

Esta actividad se realizará durante el periodo constructivo previsto de 36 meses, por lo que no representa el inicio de la etapa de operación del proyecto.

1.8.1.3. *Etapa de operación y mantenimiento*

La etapa de operación y mantenimiento del proyecto iniciará a partir del cuarto año, una vez concluido el periodo de 36 meses establecido para las actividades de preparación del sitio y construcción.

Esta etapa comprenderá la ocupación y uso de las 13,876 viviendas, así como el funcionamiento de la infraestructura urbana asociada al desarrollo, incluyendo vialidades, redes de abastecimiento de agua

potable, sistemas de recolección y tratamiento de aguas residuales, infraestructura eléctrica, áreas verdes y espacios públicos.

Las actividades de operación estarán orientadas a garantizar el suministro de servicios básicos y el funcionamiento adecuado de las instalaciones. Por su parte, las actividades de mantenimiento comprenderán la inspección, limpieza, conservación, reparación y sustitución de los elementos que integran la infraestructura, mediante acciones preventivas y correctivas destinadas a preservar sus condiciones de seguridad, funcionalidad y eficiencia. Durante esta etapa se implementarán medidas de manejo ambiental relacionadas con el uso eficiente del agua y la energía, la gestión integral de residuos sólidos urbanos, el tratamiento adecuado de las aguas residuales, la conservación de áreas verdes y la prevención de posibles afectaciones al suelo y al agua subterránea.

La operación y mantenimiento se desarrollarán de manera continua durante la vida útil del proyecto, bajo la responsabilidad de las instancias y operadores correspondientes, en cumplimiento de la normatividad ambiental aplicable y de las condicionantes que, en su caso, establezca la autoridad competente.

Se precisa que la operación de los equipamientos urbanos y comerciales que sean desarrollados mediante proyectos particulares independientes no forma parte del alcance directo de la presente MIA, sin perjuicio de considerar sus posibles interacciones e impactos ambientales acumulativos con el desarrollo habitacional y su infraestructura asociada.

1.8.1.4. *Etapa de cierre y abandono del sitio*

Debido a la naturaleza del proyecto, correspondiente a un desarrollo habitacional de carácter permanente, no se contempla una etapa de cierre y abandono del sitio al término de un periodo determinado, ya que las obras de urbanización, infraestructura y viviendas están diseñadas para permanecer en funcionamiento durante su vida útil, mediante la implementación de actividades periódicas de mantenimiento preventivo y correctivo. En este sentido, una vez concluida la etapa de construcción, el proyecto dará paso a la operación y mantenimiento de las 13,876 viviendas.

No obstante, en caso de que por circunstancias técnicas, económicas, administrativas o ambientales se determine el cierre definitivo, desmantelamiento o abandono de alguno de los componentes del proyecto, se elaborará e implementará un Programa de Cierre y Abandono, acorde con las características de las instalaciones involucradas y las condiciones ambientales existentes al momento de su ejecución.

Dicho programa deberá contemplar, según corresponda, el retiro de equipos e instalaciones fuera de servicio, desmantelamiento de infraestructura, manejo y disposición adecuada de residuos, identificación y atención de posibles áreas contaminadas, clausura técnica de instalaciones hidráulicas o sanitarias y rehabilitación de las superficies intervenidas.

Asimismo, se establecerán medidas para prevenir afectaciones al suelo, subsuelo y agua subterránea, considerando las características geológicas e hidrogeológicas de la región. Cuando resulte técnica y ambientalmente viable, se promoverá la recuperación de las superficies mediante acciones de estabilización del terreno, acondicionamiento del suelo y revegetación con especies nativas.

Las actividades de cierre y abandono, en caso de presentarse, se realizarán conforme a la legislación ambiental vigente y a las autorizaciones que resulten aplicables, procurando prevenir la generación de pasivos ambientales y garantizar condiciones adecuadas de seguridad y protección ambiental.

Por lo anterior, no se establece un cronograma específico para esta etapa, dado que no se prevé el abandono del desarrollo como parte de su funcionamiento ordinario. Sin embargo, las medidas descritas constituyen criterios generales que deberán considerarse ante un eventual cierre parcial o definitivo de las instalaciones.

1.8.2. Requerimiento de personal, maquinaria, equipo e insumos

Para el desarrollo del proyecto, se requerirá la participación de personal técnico, administrativo y operativo, así como la utilización de maquinaria, equipos, materiales e insumos necesarios para ejecutar las actividades correspondientes a las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento. El requerimiento de estos recursos estará determinado por la naturaleza de las obras, sus características técnicas, la programación de actividades y la cantidad de frentes de trabajo que se encuentren activos durante cada periodo.

Considerando que la preparación del sitio y construcción se desarrollarán durante un periodo de 36 meses, se prevé que la demanda de personal, maquinaria y materiales sea variable, presentando sus mayores requerimientos durante las actividades de movimientos de tierra, urbanización, instalación de infraestructura y construcción de las 13,876 viviendas contempladas en el proyecto.

La contratación de personal y el suministro de materiales se realizarán de manera progresiva, de acuerdo con las necesidades de ejecución de las obras, procurando favorecer la participación de mano de obra y proveedores de la región, siempre que cumplan con los requerimientos técnicos y de seguridad correspondientes.

Una vez concluida la etapa constructiva, los requerimientos estarán asociados principalmente con la operación de la infraestructura urbana, el mantenimiento de vialidades, redes hidráulicas y sanitarias, plantas de tratamiento de aguas residuales, instalaciones eléctricas, áreas verdes y espacios públicos. En este sentido, se precisa que los requerimientos correspondientes a la construcción de equipamientos educativos, culturales, deportivos, de salud, asistencia social y comerciales no se incluyen en el presente apartado, debido a que dichas obras serán objeto de proyectos particulares independientes.

1.8.3. Personal

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se requerirá personal especializado y no especializado para la ejecución, supervisión y control de las actividades programadas. En este sentido, el personal estará integrado por profesionales de ingeniería, arquitectura, topografía, seguridad y medio ambiente, así como operadores de maquinaria, técnicos, oficiales de construcción, ayudantes generales y personal administrativo.

La cantidad de trabajadores dependerá de la intensidad de las actividades y del número de frentes de trabajo que operen simultáneamente, por lo que la plantilla laboral podrá incrementarse o disminuir conforme al avance del programa constructivo.

Tabla 6. Personal requerido durante las etapas de preparación del sitio y construcción

Categoría de personal	Principales funciones	Etapa
Ingenieros civiles y residentes de obra	Dirección, supervisión y control de trabajos constructivos	Preparación y construcción
Arquitectos	Supervisión de edificación y cumplimiento de proyectos arquitectónicos	Construcción
Topógrafos y auxiliares	Delimitación, trazo, nivelación y control topográfico	Preparación y construcción
Especialistas ambientales	Supervisión de medidas ambientales y seguimiento de condicionantes	Preparación y construcción
Biólogos y técnicos de campo	Protección, rescate y reubicación de flora y fauna	Preparación del sitio
Operadores de maquinaria pesada	Desmonte, despalme, excavaciones y movimientos de tierra	Preparación y construcción
Oficiales de construcción	Cimentaciones, estructuras, albañilería y acabados	Construcción
Electricistas	Instalación de redes, equipos y sistemas eléctricos	Construcción
Plomeros e instaladores hidráulicos	Instalación de tuberías y redes de abastecimiento	Construcción
Técnicos sanitarios y electromecánicos	Instalación de redes sanitarias, equipos de bombeo y PTAR	Construcción
Conductores de vehículos de carga	Transporte de materiales, maquinaria y residuos	Preparación y construcción
Ayudantes generales	Apoyo en actividades de construcción y limpieza	Preparación y construcción
Personal de seguridad e higiene	Prevención de riesgos y supervisión de condiciones laborales	Preparación y construcción
Personal administrativo	Control documental, suministros y administración de obra	Preparación y construcción

La cantidad máxima de trabajadores, el promedio mensual de ocupación y la distribución por especialidad deberán establecerse en el programa ejecutivo de obra, considerando la ejecución simultánea de los diferentes componentes del desarrollo.

Durante la etapa de operación y mantenimiento, el personal requerido estará integrado principalmente por operadores de sistemas hidráulicos y sanitarios, técnicos electricistas, personal de mantenimiento de vialidades, jardinería, limpieza, vigilancia y administración de servicios.

1.8.4. Maquinaria y equipo

Para la ejecución de las actividades de preparación del sitio y construcción se utilizará maquinaria convencional para trabajos de desmonte, excavación, nivelación, compactación, transporte de materiales, instalación de infraestructura y edificación. La selección del equipo dependerá de las características del terreno, las especificaciones de ingeniería y las necesidades particulares de cada frente de trabajo.

Tabla 7. Maquinaria y equipo previsto durante la preparación del sitio y construcción

Maquinaria o equipo	Actividad principal	Etapa
Excavadora hidráulica	Excavaciones, retiro y carga de materiales	Preparación y construcción
Retroexcavadora	Despalme, excavación de zanjas y movimientos menores de tierra	Preparación y construcción
Tractor de orugas	Desmonte y acondicionamiento del terreno	Preparación del sitio
Motoconformadora	Nivelación y conformación de superficies y vialidades	Preparación y construcción
Rodillo compactador	Compactación de terracerías, bases y rellenos	Construcción
Camión de volteo	Transporte de materiales pétreos y productos de excavación	Preparación y construcción
Camión cisterna	Suministro de agua para actividades constructivas y control de polvo	Preparación y construcción
Camión revolvedor	Transporte y suministro de concreto	Construcción
Pavimentadora	Construcción de superficies de rodamiento	Construcción
Equipo de perforación	Perforación de pozos para abastecimiento de agua	Construcción
Grúas y equipos de izaje	Colocación de estructuras y equipos electromecánicos	Construcción
Compactadores manuales	Compactación de zanjas y superficies reducidas	Construcción
Equipo de soldadura	Instalación y unión de elementos metálicos	Construcción
Herramientas eléctricas y manuales	Trabajos generales de edificación e instalaciones	Construcción
Equipo topográfico	Trazo, nivelación y control geométrico	Preparación y construcción

La maquinaria utilizada deberá mantenerse en condiciones adecuadas de funcionamiento mediante programas de mantenimiento preventivo y correctivo. Se evitará realizar actividades de mantenimiento mayor directamente sobre suelo natural. Cuando resulte indispensable efectuar reparaciones menores en los frentes de trabajo, se implementarán medidas de contención para prevenir derrames de combustibles, aceites y lubricantes.

Asimismo, se establecerán medidas de control de emisiones atmosféricas, generación de ruido y dispersión de partículas, procurando reducir las afectaciones sobre el entorno. Las cantidades definitivas de maquinaria y equipo, así como sus periodos de utilización, deberán establecerse en función de los requerimientos de los contratistas y del programa ejecutivo de obra.

1.8.5. Insumos y materiales

Durante la preparación del sitio y construcción se requerirán diversos materiales e insumos destinados a la ejecución de obras civiles, infraestructura hidráulica, sanitaria, eléctrica y viviendas. Los principales materiales corresponderán a agregados pétreos, cemento, concreto, acero, materiales para mampostería, tuberías, conductores eléctricos, elementos prefabricados y productos para acabados.

Su abastecimiento se realizará de manera progresiva, conforme a los volúmenes de obra y a las necesidades de cada componente constructivo.

Tabla 8. Principales materiales e insumos requeridos

Material o insumo	Uso principal
Material pétreo y agregados	Terracerías, bases, subbases y rellenos
Arena y grava	Elaboración de concreto y morteros
Cemento	Cimentaciones, estructuras y obras civiles
Concreto premezclado	Elementos estructurales, cimentaciones y pavimentos
Acero de refuerzo	Construcción de cimentaciones y estructuras
Bloques y materiales para mampostería	Construcción de viviendas
Tuberías hidráulicas	Redes de abastecimiento de agua potable
Tuberías sanitarias	Redes de recolección y conducción de aguas residuales
Válvulas, conexiones y accesorios	Instalaciones hidráulicas y sanitarias
Conductores y canalizaciones eléctricas	Redes de distribución e instalaciones eléctricas
Transformadores y equipos eléctricos	Infraestructura de suministro de energía
Equipos de bombeo	Pozos, redes hidráulicas y estaciones de rebombeo
Equipos electromecánicos	Operación de plantas de tratamiento de aguas residuales
Pinturas, impermeabilizantes y recubrimientos	Acabados y protección de elementos constructivos
Agua	Elaboración de mezclas, limpieza y control de polvo
Diésel y gasolina	Operación de maquinaria, equipos y vehículos

Aceites y lubricantes	Funcionamiento y mantenimiento de maquinaria

Los materiales pétreos deberán obtenerse de bancos o proveedores que cuenten con las autorizaciones aplicables, evitando la extracción no autorizada de recursos naturales. Los insumos se almacenarán en áreas previamente delimitadas, procurando mantener condiciones de orden y seguridad y evitar su dispersión hacia superficies no intervenidas.

Los productos que presenten características de peligrosidad, como combustibles, lubricantes, solventes y determinados recubrimientos, deberán manejarse de acuerdo con sus características fisicoquímicas, hojas de datos de seguridad y disposiciones normativas aplicables. Los volúmenes definitivos de materiales se determinarán a partir de los catálogos de conceptos y generadores de obra correspondientes a los proyectos ejecutivos.

Requerimiento de agua

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se requerirá agua principalmente para la humectación de superficies, control de emisiones de polvo, elaboración de mezclas, limpieza de herramientas y equipos, pruebas hidráulicas y servicios sanitarios del personal.

El volumen de agua utilizado dependerá del número de frentes de trabajo activos, las condiciones climáticas y las actividades constructivas desarrolladas. Para las actividades que no requieran agua potable, se procurará utilizar agua de calidad adecuada para el uso previsto, siempre que su aprovechamiento sea técnica y legalmente viable. El abastecimiento durante la construcción deberá realizarse mediante fuentes autorizadas, ya sea a través de proveedores externos o de infraestructura que cuente con los títulos y permisos correspondientes.

Durante la operación, el requerimiento de agua estará asociado principalmente con el consumo de las viviendas. El volumen de extracción se sustentará en las respectivas memorias hidráulicas, considerando la población de diseño, dotaciones aplicables, pérdidas del sistema y requerimientos complementarios.

Requerimiento de energía eléctrica y combustibles

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se requerirá energía eléctrica para el funcionamiento de herramientas, equipos de construcción, sistemas de iluminación, instalaciones provisionales y equipos electromecánicos. El suministro podrá realizarse mediante conexiones provisionales autorizadas a la red eléctrica o mediante equipos de generación, de acuerdo con la disponibilidad del servicio y los requerimientos de cada frente de trabajo.

Asimismo, se utilizarán combustibles, principalmente diésel y gasolina, para la operación de maquinaria pesada, vehículos de transporte y equipos auxiliares. El consumo de combustibles dependerá del tipo de maquinaria, potencia de los equipos, horas de operación y número de frentes de trabajo activos.

El abastecimiento se realizará preferentemente mediante proveedores autorizados y procedimientos que reduzcan el riesgo de derrames. En caso de requerirse almacenamiento temporal de combustibles dentro del predio, se deberán establecer áreas específicas con medidas de seguridad, contención secundaria, señalización y equipo para atención de emergencias, de acuerdo con la normatividad aplicable.

Durante la etapa de operación, el consumo energético estará asociado principalmente con el funcionamiento de las viviendas, sistemas de bombeo, plantas de tratamiento, alumbrado público y demás infraestructura comprendida dentro del alcance del proyecto.

1.9. Actividades altamente riesgosas

De acuerdo con la naturaleza y las características técnicas del proyecto, las actividades contempladas durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento estarán relacionadas principalmente con el desarrollo habitacional. En este sentido, no se identifican, de manera preliminar, actividades altamente riesgosas asociadas directamente con el proyecto, debido a que no se contempla expresamente la realización de procesos industriales que impliquen el manejo de sustancias peligrosas en cantidades iguales o superiores a las cantidades de reporte establecidas en los instrumentos normativos aplicables.

No obstante, durante las diferentes etapas del proyecto se prevé la utilización de combustibles, lubricantes, pinturas, solventes y otros productos químicos necesarios para la operación de maquinaria, ejecución de obras y mantenimiento de instalaciones. Asimismo, la operación de las plantas de tratamiento de aguas residuales podría requerir sustancias químicas, dependiendo de la tecnología de tratamiento seleccionada. El manejo de estas sustancias se efectuará bajo condiciones adecuadas de seguridad, almacenamiento y control ambiental, con la finalidad de prevenir derrames, incendios, fugas y otras contingencias que pudieran ocasionar afectaciones a la salud humana, el suelo, el subsuelo o el agua subterránea.

Es importante señalar que la presencia de sustancias peligrosas no implica, por sí misma, que una actividad sea clasificada como altamente riesgosa. Para determinar dicha clasificación se deberá considerar el tipo de sustancia, sus propiedades de peligrosidad y la cantidad máxima que se encuentre presente en las instalaciones, conforme a los criterios establecidos en la legislación aplicable.

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

El presente capítulo tiene como finalidad identificar, analizar y establecer la vinculación del proyecto denominado “CIUDAD RENACIMIENTO” con los instrumentos jurídicos y administrativos aplicables en materia de protección ambiental, ordenamiento ecológico del territorio, desarrollo urbano y regulación del uso del suelo, en los ámbitos federal, estatal y municipal.

El análisis de vinculación normativa constituye un elemento fundamental para determinar la congruencia de las obras y actividades propuestas con las disposiciones que regulan el aprovechamiento del territorio, la conservación de los recursos naturales, la prevención de la contaminación y la protección de los ecosistemas.

Para tal efecto, se consideran los instrumentos de planeación y las disposiciones legales relacionadas con la evaluación del impacto ambiental, el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, la protección de la biodiversidad, el aprovechamiento y protección de los recursos hídricos, el manejo de residuos, la prevención de emisiones contaminantes y el desarrollo urbano.

Asimismo, se contempla la revisión de los instrumentos de ordenamiento ecológico y territorial que inciden sobre el municipio de Ucú, Yucatán, con la finalidad de identificar las políticas ambientales, criterios de regulación ecológica, usos compatibles, condicionados o incompatibles y demás disposiciones que pudieran resultar aplicables al sitio de emplazamiento del proyecto.

Por lo tanto, la vinculación se realiza considerando la naturaleza inmobiliaria de usos mixtos del desarrollo, las actividades previstas durante sus etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, así como las características ambientales del área de influencia.

De acuerdo con la metodología para el análisis de vinculación jurídica, el proyecto debe vincularse con los instrumentos jurídicos aplicables los cuales se desarrollarán mediante las siguientes actividades:

- Identificación de los instrumentos normativos federales, estatales y municipales relacionados con el proyecto.
- Revisión de la vigencia y ámbito de aplicación de cada instrumento.
- Identificación de artículos, disposiciones, criterios y restricciones relacionados con las obras y actividades propuestas.
- Análisis de la correspondencia entre las características del proyecto y las disposiciones identificadas.
- Determinación de las obligaciones ambientales y urbanísticas aplicables.
- Identificación de autorizaciones, permisos, medidas y documentación necesaria para acreditar el cumplimiento.

La información se organizará en matrices de vinculación normativa, señalando el instrumento jurídico, la disposición aplicable y su relación con el proyecto.

2.1. Análisis de los instrumentos jurídicos y normativos

2.1.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

La vinculación del proyecto “Ciudad Renacimiento”, se relaciona principalmente con los artículos 4°, 25, 27, 73 y 115, que establecen disposiciones en materia de protección ambiental, desarrollo sustentable, aprovechamiento de recursos naturales, ordenamiento territorial y atribuciones de las autoridades.

Tabla 9. Vinculación del proyecto con la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

Artículo	Disposición constitucional aplicable (síntesis)	Vinculación con el proyecto Ciudad Renacimiento
Artículo 1°. Derechos humanos	Reconoce los derechos humanos establecidos en la Constitución y en los tratados internacionales, así como las obligaciones de las autoridades para su protección.	El proyecto se desarrollará respetando los derechos de las personas y comunidades del área de influencia. La evaluación ambiental permitirá identificar impactos que pudieran afectar las condiciones ambientales y de bienestar de la población, proponiendo medidas para prevenirlos y mitigarlos.
Artículo 4°. Derecho a un medio ambiente sano	Reconoce el derecho de toda persona a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar, así como la responsabilidad por daño y deterioro ambiental en los términos de la ley.	El proyecto contempla la construcción de 13,876 viviendas, por lo que esta actividad puede generar impactos sobre la vegetación, fauna, suelo, agua y calidad ambiental. Por ello, la MIA identificará y evaluará dichos impactos y establecerá medidas de prevención, mitigación y, cuando corresponda, compensación y restauración.
Artículo 4°. Derecho al agua y al saneamiento	Reconoce el derecho de acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible.	El proyecto prevé infraestructura para el abastecimiento de agua potable y la recolección y tratamiento de aguas residuales. Su desarrollo estará condicionado a los estudios de disponibilidad, concesiones, permisos, capacidad hidráulica y cumplimiento de las disposiciones aplicables para proteger el acuífero.
Artículo 4°. Derecho a una vivienda adecuada	Reconoce el derecho de toda persona a disfrutar de una vivienda adecuada, conforme a los instrumentos legales aplicables.	El proyecto contempla la construcción de 13,876 viviendas distribuidas en macrolotes, acompañadas de infraestructura urbana básica. Su vinculación con este precepto se relaciona con la provisión de espacios habitacionales y servicios, siempre que el desarrollo cumpla con los requisitos de ordenamiento territorial, seguridad, infraestructura y protección ambiental.

Artículo 25. Desarrollo nacional sustentable	Establece la rectoría del Estado sobre el desarrollo nacional, procurando que sea integral y sustentable.	Ciudad Renacimiento constituye una propuesta de desarrollo urbano y habitacional que incorpora criterios de sustentabilidad en su planeación, construcción y operación. La evaluación de impactos ambientales, el uso eficiente del agua y la energía, el tratamiento de aguas residuales y la conservación de áreas verdes son aspectos relevantes para atender este principio.
Artículo 27. Aprovechamiento de recursos naturales y ordenación de asentamientos humanos	Establece las bases constitucionales para regular el aprovechamiento de los recursos naturales y dictar medidas relativas a los asentamientos humanos, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, así como para preservar y restaurar el equilibrio ecológico.	El proyecto implica una transformación del uso y ocupación del territorio para el establecimiento de un desarrollo urbano. Por tanto, acredita la compatibilidad del uso del suelo con los instrumentos de planeación territorial y ambiental aplicables. Asimismo, el aprovechamiento de agua subterránea y, en su caso, la remoción de vegetación forestal estará sujetos a las autorizaciones correspondientes.
Artículo 73, fracción XXIX-G. Concurrencia en materia ambiental	Faculta al Congreso de la Unión para expedir leyes que establezcan la concurrencia de los distintos órdenes de gobierno en materia de protección ambiental y preservación y restauración del equilibrio ecológico.	La evaluación ambiental del proyecto observa las disposiciones federales, estatales y municipales que resulten aplicables, particularmente la LGEEPA, su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental y los demás ordenamientos relacionados con la protección de los recursos naturales.
Artículo 115, fracción III. Servicios públicos municipales	Establece las funciones y servicios públicos a cargo de los municipios, entre ellos agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de aguas residuales, alumbrado público, limpia, calles, parques y jardines.	El proyecto contempla infraestructura relacionada con dichos servicios. Su diseño, construcción, entrega y operación se coordinará con las autoridades y organismos competentes, a fin de garantizar la adecuada prestación y mantenimiento de los servicios urbanos.
		La ejecución de Ciudad Renacimiento se sujetará a los instrumentos de

Artículo 115, fracción V. Desarrollo urbano y uso del suelo	Reconoce atribuciones municipales en materia de zonificación, planes de desarrollo urbano, control del uso del suelo y autorizaciones relacionadas con el desarrollo urbano, conforme a las leyes aplicables.	planeación urbana vigentes en el municipio de Ucú y a las autorizaciones de uso del suelo, urbanización, fraccionamiento y construcción que correspondan. La autorización ambiental federal, en su caso, no sustituye las autorizaciones urbanísticas municipales o estatales.

2.1.2. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA) constituyen dos de los principales instrumentos jurídicos federales para determinar la procedencia de la evaluación ambiental del proyecto, así como los requisitos y obligaciones que deberán observarse durante sus diferentes etapas.

Tabla 10. Vinculación de la LGEEPA con el proyecto Ciudad Renacimiento

Artículo	Disposición legal aplicable (síntesis)	Vinculación con el proyecto
Artículo 1°	Establece las bases para la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, así como para el desarrollo sustentable.	El proyecto incorpora criterios de protección ambiental durante la preparación del sitio, construcción y operación, considerando la prevención de impactos sobre vegetación, fauna, suelo, agua subterránea y demás componentes del ecosistema.
Artículo 15	Establece principios de política ambiental, entre ellos la prevención del deterioro ambiental y la responsabilidad por los efectos ambientales de las actividades humanas.	El promovente asumirá la responsabilidad de prevenir, mitigar y atender los impactos derivados del desarrollo, mediante programas de manejo ambiental, protección de flora y fauna, manejo de residuos, control de emisiones y seguimiento de las medidas propuestas en la MIA así como en las condicionantes y restricciones que la autoridad emita en la autorización del proyecto.
	Somete a evaluación federal los cambios de uso del suelo de áreas	Debido a que el proyecto contempla actividades de desmonte y despalme, deberá determinarse si las superficies por intervenir

Artículo 28, fracción VII	forestales, así como de selvas y zonas áridas, en los supuestos reglamentarios aplicables.	constituyen terrenos forestales. De confirmarse, se actualizaría este supuesto de evaluación y deberán atenderse las autorizaciones forestales adicionales que correspondan.
Artículo 28, fracción XIII	Considera las obras o actividades de competencia federal que puedan causar desequilibrios ecológicos graves e irreparables, daños a la salud pública o a los ecosistemas, o rebasar límites y condiciones ambientales, conforme al procedimiento previsto en la Ley.	La magnitud del desarrollo hace necesario evaluar integralmente los efectos ambientales de las obras. Sin embargo, esta fracción no debe considerarse automáticamente aplicable por la extensión del proyecto; su procedencia requiere la determinación correspondiente de SEMARNAT.
Artículo 30	Establece la obligación de presentar una MIA que describa los posibles efectos sobre los ecosistemas y las medidas para prevenir y mitigar impactos.	La presente MIA describirá las obras del desarrollo, las condiciones ambientales del área de influencia, los impactos previsibles y las medidas de prevención, mitigación y compensación que correspondan.
Artículo 34	Regula aspectos de publicidad y consulta pública de las manifestaciones de impacto ambiental.	El promovente atenderá el procedimiento de evaluación ambiental, incluyendo la disponibilidad pública de la información y los requerimientos derivados de una eventual consulta pública.
Artículo 35	Establece los criterios que SEMARNAT debe considerar al evaluar una MIA y las posibles resoluciones: autorización, autorización condicionada o negativa.	La viabilidad ambiental del proyecto se sustenta en su congruencia con los ordenamientos ecológicos, programas de desarrollo urbano y demás disposiciones aplicables. También se evalúan los impactos sobre el conjunto del ecosistema y no únicamente sobre los recursos intervenidos.
Artículo 35 BIS 1	Establece la responsabilidad de quienes elaboran los estudios de impacto ambiental respecto de la información, técnicas y metodologías empleadas.	La MIA se sustenta en información verificable, estudios de campo, cartografía, metodologías de evaluación de impactos y medidas ambientalmente justificadas. De igual forma se elaboró de acuerdo con la información técnica proporcionada por el promovente, biólogo, arquitectos y demás especialistas que intervienen en el proyecto desde su diseño.

Artículo 35 BIS 2	Regula la evaluación estatal de las obras no comprendidas en el artículo 28, cuando estén previstas en la legislación ambiental local.	Las obras del desarrollo que no actualicen un supuesto de competencia federal deberán analizarse conforme a la legislación ambiental del estado de Yucatán y a las atribuciones de las autoridades municipales.
Artículo 35 BIS 3	Vincula la autorización de impacto ambiental con las autorizaciones de inicio de obra cuando sean exigibles.	Las obras sujetas a evaluación federal no deberán iniciar sin contar previamente con la autorización correspondiente, además de los permisos urbanísticos, hidráulicos y forestales que resulten aplicables.

Tabla 11. Vinculación del REIA con el proyecto Ciudad Renacimiento

Artículo	Disposición reglamentaria aplicable (síntesis)	Vinculación con el proyecto
Artículo 5°, inciso A)	Identifica las obras hidráulicas que requieren autorización federal en materia de impacto ambiental, conforme a sus características y supuestos específicos.	Deberá verificarse si alguna obra hidráulica actualiza los supuestos específicos del inciso A; su sola inclusión en el proyecto no determina automáticamente la competencia federal. Por lo tanto, en caso de aplicar, el proyecto considera sus permisos correspondientes.
Artículo 5°, inciso O), fracción I	Incluye el cambio de uso del suelo para desarrollos inmobiliarios e infraestructura urbana en predios con vegetación forestal, con las excepciones previstas en el propio Reglamento.	Es uno de los supuestos de mayor relevancia para Ciudad Renacimiento. El proyecto contempla desmonte y transformación de superficies para viviendas. Su aplicación dependerá de acreditar la existencia de vegetación forestal y la superficie de cambio de uso del suelo.
Artículo 5°, inciso Q)	Regula los desarrollos inmobiliarios que afecten ecosistemas costeros.	El proyecto no afectara ecosistemas costeros ya que se ubica en el municipio de Ucu, el cual se encuentra lejos de la zona costera.
Artículo 9°	Establece la presentación de una MIA en la modalidad correspondiente para que SEMARNAT evalúe el proyecto.	El promovente presenta ante la SEMARNAT el estudio ambiental modalidad particular con la descripción de las obras, sus posibles impactos y las medidas propuestas.
Artículo 10	Establece las modalidades regional y particular de las manifestaciones de impacto ambiental.	El promovente presenta ante la SEMARNAT el estudio ambiental modalidad particular con la descripción de las obras, sus posibles impactos y las medidas propuestas.

Artículo 11, fracciones III y IV	Prevé la modalidad regional para conjuntos de proyectos en una región ecológica y para proyectos con determinadas interacciones ambientales regionales e impactos acumulativos, sinérgicos o residuales.	Por la magnitud de Ciudad Renacimiento, sus 13,884 viviendas, se presenta la MIA en su modalidad particular ante la SEMARNAT.
Artículo 12	Establece el contenido de las MIA en modalidad particular, incluyendo descripción del proyecto, vinculación jurídica, sistema ambiental, evaluación de impactos, medidas y pronósticos.	La MIA-P integra los apartados previstos en este artículo, con información sustentada sobre las obras, superficies, impactos y medidas ambientales.
Artículo 13	Establece el contenido de las MIA en modalidad regional, incluyendo la evaluación de impactos acumulativos y residuales sobre el sistema ambiental regional.	Por la magnitud de Ciudad Renacimiento, sus 13,884 viviendas, se presenta la MIA en su modalidad particular ante la SEMARNAT.
Artículo 14	Permite presentar una sola MIA que incorpore la información relativa al proyecto y al cambio de uso del suelo forestal cuando concurran ambos supuestos.	En caso de requerirse evaluación por cambio de uso del suelo forestal, se integrará la información ambiental correspondiente, para su autorización forestal correspondiente.
Artículos 27 y 28	Regulan las modificaciones a los proyectos durante el procedimiento de evaluación y después de emitida la autorización.	Los cambios en superficies y número de viviendas se someterán a consideración de SEMARNAT en los supuestos establecidos por estos artículos.

2.1.3. Otras leyes y reglamentos aplicables

Además de la LGEEPA y su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, al proyecto le son aplicables otras leyes y reglamentos federales en materia forestal, de vida silvestre, de residuos y de responsabilidad ambiental, así como la legislación ambiental del Estado de Yucatán. A continuación, se presenta su vinculación con el proyecto.

Legislación federal

Tabla 12. Vinculación del proyecto con otras leyes y reglamentos federales

Instrumento jurídico	Vinculación con Ciudad Renacimiento	Aplicabilidad
Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) y su Reglamento	Regulan la conservación de los recursos forestales y el cambio de uso del suelo en terrenos forestales. Son relevantes por las actividades de	Condicionada a confirmar la presencia de terrenos forestales y el cambio de uso del suelo correspondiente.

	desmonte y transformación de superficies para urbanización.	
Ley de Aguas Nacionales (LAN) y su Reglamento	Regulan el aprovechamiento de aguas nacionales, la perforación y operación de pozos, las concesiones y las descargas de aguas residuales.	Directamente relevante para el abastecimiento y saneamiento; las obligaciones específicas dependen de las características de las obras.
Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y su Reglamento	Establecen obligaciones sobre prevención, clasificación, almacenamiento, manejo y disposición de residuos peligrosos, sólidos urbanos y de manejo especial.	Directa, con distribución de competencias entre Federación, estado y municipio.
Ley General de Vida Silvestre (LGVS) y su Reglamento	Establecen disposiciones para la conservación y protección de ejemplares de flora y fauna silvestres y sus hábitats.	Directa para las actividades de rescate, protección y manejo de fauna; otras obligaciones dependerán de las especies identificadas.
Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano (LGAHOTDU)	Establece las bases para la planeación, regulación y gestión de los asentamientos humanos y el desarrollo urbano sustentable.	Directa, por tratarse de un desarrollo habitacional.
Ley General de Cambio Climático (LGCC) y su Reglamento en materia del Registro Nacional de Emisiones	Establecen disposiciones relacionadas con mitigación, adaptación y, en determinados supuestos, reporte de emisiones de gases de efecto invernadero.	Directa como marco de política climática; las obligaciones específicas de reporte son condicionadas.

Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

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

Artículo	Disposición legal aplicable (síntesis)	Vinculación con Ciudad Renacimiento
Artículo 7	Establece las definiciones legales relacionadas con terrenos forestales, vegetación forestal y cambio de uso del suelo en terrenos forestales.	Se realizará la caracterización de la vegetación existente en los macrolotes. Con base en los resultados, se determinarán las superficies que, en su caso, constituyan terrenos forestales y requieran cambio de uso del suelo.
	Establece que el cambio de uso del suelo en terrenos forestales únicamente podrá autorizarse por excepción,	En caso de identificarse terrenos forestales sujetos a remoción de vegetación, el promovente considera tramitar la

Artículo 93	sustentado en estudios técnicos justificativos que demuestren la conservación de la biodiversidad y la mitigación de efectos sobre erosión, almacenamiento de carbono y recursos hídricos. También contempla programas de rescate y reubicación de flora y fauna.	autorización correspondiente ante SEMARNAT, sustentada en un Estudio Técnico Justificativo (ETJ). Se propondrán medidas para mantener la biodiversidad y mitigar las afectaciones al suelo, al almacenamiento de carbono y a la calidad y captación de agua.
Artículo 94	Establece la inscripción de las autorizaciones de cambio de uso del suelo en el Registro correspondiente.	Obteniendo autorización de cambio de uso del suelo, el proyecto se sujetará al registro y demás formalidades previstas por la autoridad forestal.
Artículo 95	Regula la modificación de autorizaciones de cambio de uso del suelo y la ampliación de sus plazos de ejecución.	Considerando que las actividades de preparación y construcción se desarrollarán durante 36 meses, cualquier modificación a superficies autorizadas o ampliación del plazo de cambio de uso del suelo se gestionará previamente ante SEMARNAT, cuando resulte procedente.
Artículo 96	Establece la obligación de presentar informes periódicos sobre la ejecución del cambio de uso del suelo autorizado.	En caso de contar con autorización forestal, se implementará un sistema de seguimiento documental y ambiental para informar a la autoridad sobre el avance de las actividades, superficies intervenidas y medidas de protección ejecutadas.
Artículo 97	Establece restricciones para autorizar cambios de uso del suelo en terrenos forestales cuya cubierta se haya perdido por incendio, tala o desmonte, bajo las condiciones y excepciones previstas en la Ley.	Se verificará el historial de cobertura vegetal y perturbaciones del predio. No se considerará que un terreno ha perdido automáticamente su carácter forestal por haber sido desmontado o afectado previamente.
Artículo 98	Establece el depósito por concepto de compensación ambiental ante el Fondo Forestal Mexicano, en los términos reglamentarios.	Si se autoriza el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, el promovente acreditará el depósito de compensación ambiental determinado por la autoridad, independientemente de las medidas de mitigación y restauración que se establezcan en la MIA.

Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 9 de diciembre de 2020. Para la vinculación se consideran principalmente las disposiciones del capítulo relativo al cambio de uso del suelo en terrenos forestales.

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

Artículo	Disposición reglamentaria aplicable (síntesis)	Vinculación con Ciudad Renacimiento
Artículo 138	Establece que los terrenos forestales conservarán esa condición, aunque pierdan su cubierta por acciones ilícitas, incendios, plagas, enfermedades, fenómenos naturales u otras causas.	La identificación de terrenos forestales no se basa exclusivamente en la cobertura vegetal observada actualmente. Sino que, se analizarán los antecedentes de uso del suelo y vegetación para identificar superficies que conserven su carácter forestal. Por lo tanto, se llevará a cabo el ETJ y estará sujeto a la autorización correspondiente.
Artículo 139	Establece los requisitos de la solicitud de autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, incluyendo información del predio, superficie, tipo de vegetación y presentación del ETJ.	De resultar aplicable, se integrará la solicitud con la documentación legal y técnica del proyecto, incluyendo la delimitación georreferenciada de las superficies forestales por intervenir y la identificación de los tipos de vegetación presentes.
Artículo 141	Establece el contenido mínimo del Estudio Técnico Justificativo, incluyendo características físicas y biológicas, superficies, biodiversidad, efectos ambientales, medidas de mitigación, rescate y reubicación, y justificación del cambio de uso.	En su caso, se elaborará un ETJ que considere la superficie de cambio de uso del suelo, las características de los ecosistemas, el inventario de vegetación, las afectaciones potenciales y las medidas para mantener la biodiversidad y mitigar impactos sobre suelo, carbono y agua.
Artículo 142	Establece disposiciones complementarias relacionadas con el contenido y la presentación de la información técnica del cambio de uso del suelo.	Se atenderá lo dispuesto por este artículo en la integración del expediente forestal, conforme al supuesto específico que resulte aplicable.
Artículo 143	Regula el procedimiento de evaluación y resolución de las solicitudes de cambio de uso del suelo en terrenos forestales.	El promovente someterá el ETJ a evaluación y atenderá los requerimientos, verificaciones y determinaciones de SEMARNAT antes de iniciar la remoción de vegetación forestal sujeta a autorización.
Artículo 144	Establece disposiciones para determinar la compensación ambiental correspondiente al cambio de uso del suelo.	En caso de autorizarse el cambio de uso del suelo, se realizará el depósito correspondiente ante el Fondo Forestal Mexicano conforme al monto determinado por la autoridad.
Artículo 145	Regula el aprovechamiento y la acreditación de la legal procedencia de las materias primas forestales derivadas del cambio de uso del suelo autorizado.	El material vegetal producto del desmonte se manejará conforme a la autorización.

Artículos 146 a 148	Regulan las modificaciones y ampliaciones de plazo de las autorizaciones de cambio de uso del suelo.	Las modificaciones al proyecto que afecten superficies autorizadas, características técnicas o plazos se someterán al procedimiento correspondiente, antes de su ejecución.
Artículo 149	Establece avisos e informes sobre el inicio, avance y conclusión de las actividades de cambio de uso del suelo.	Se mantendrá un registro de superficies intervenidas, actividades ejecutadas y medidas ambientales implementadas, y se presentará los avisos e informes previstos en el Reglamento.
Artículo 150	Regula la caducidad de la autorización cuando no se ejecuta el cambio de uso del suelo dentro del plazo establecido y no se solicita oportunamente su ampliación.	El programa de obra será congruente con la vigencia de la autorización forestal. En caso de retrasos, se gestionará oportunamente la ampliación correspondiente.

Ley de Aguas Nacionales (LAN)

La Ley de Aguas Nacionales (LAN) y su Reglamento constituyen instrumentos jurídicos fundamentales para el proyecto Ciudad Renacimiento, debido a que su desarrollo contempla la construcción y operación de infraestructura para el abastecimiento de agua potable, la conducción y tratamiento de aguas residuales y la posible disposición de efluentes tratados mediante obras de infiltración o inyección al subsuelo.

La LAN fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1 de diciembre de 1992. La versión oficial consultada de la Cámara de Diputados registra como última reforma el 11 de diciembre de 2025.

Tabla 15. Vinculación con la Ley de Aguas Nacionales (LAN)

Artículo	Disposición legal aplicable (síntesis)	Vinculación con el proyecto Ciudad Renacimiento
Artículos 1 y 2	Establecen el objeto de la Ley y su ámbito de aplicación en materia de aguas nacionales.	El proyecto contempla el aprovechamiento de agua subterránea y el tratamiento y disposición de aguas residuales. Por tanto, se sujeta a la regulación federal correspondiente, sin perjuicio de las competencias estatales y municipales.
Artículos 20, 21 y 21 BIS	Regulan los títulos para el aprovechamiento de aguas nacionales y los requisitos de las solicitudes correspondientes.	Se gestionarán permisos y los títulos que correspondan, considerando la naturaleza jurídica del organismo operador, el uso autorizado y los volúmenes requeridos.
Artículo 22	Establece criterios y condiciones para resolver solicitudes de concesión o asignación, considerando la disponibilidad y las disposiciones aplicables.	Se acreditará la viabilidad del suministro mediante estudios de disponibilidad y demanda hídrica.

Artículos 28 y 29	Establecen derechos y obligaciones de las personas titulares de concesiones y asignaciones para el aprovechamiento de aguas nacionales.	Durante la operación se observará las condiciones del título, el uso autorizado, la medición de volúmenes y las demás obligaciones que resulten aplicables.
Artículos 44, 45 y 46	Contienen disposiciones relacionadas con el uso público urbano del agua y la prestación de servicios de abastecimiento, alcantarillado y saneamiento.	La infraestructura hidráulica y sanitaria del desarrollo se coordinará con las autoridades y organismos competentes. Se definirá quién será titular de los derechos de agua y quién operará los sistemas una vez entregada la infraestructura.
Artículo 85	Establece disposiciones para prevenir y controlar la contaminación del agua y proteger su calidad.	El proyecto prevendrá la infiltración de contaminantes al subsuelo y al acuífero, especialmente durante la construcción
Artículos 86 y 86 BIS 2	Contienen atribuciones y disposiciones para la protección de la calidad de las aguas nacionales y la prevención de su contaminación.	Se establecerá medidas para proteger la calidad del agua subterránea, controlar las descargas y evitar que la disposición de efluentes o residuos genere contaminación.
Artículo 88	Regula los permisos de descarga de aguas residuales en cuerpos receptores de competencia federal.	Si las aguas residuales tratadas se descargan o inyectan en condiciones que actualicen este supuesto, se obtendrá previamente el permiso correspondiente ante CONAGUA.
Artículo 88 BIS	Establece obligaciones relacionadas con las descargas de aguas residuales, su control y el cumplimiento de las condiciones autorizadas.	El sistema de tratamiento de las viviendas operará conforme a los límites de calidad aplicables, las condiciones particulares de descarga y las obligaciones de medición, monitoreo y control que correspondan.
Artículo 90	Regula el contenido del permiso de descarga, incluyendo ubicación, cantidad, calidad y condiciones aplicables.	Se definirán los puntos de disposición final, sus coordenadas, los caudales de diseño y operación, las características del efluente y los mecanismos de seguimiento.
Artículos 91 y 91 BIS	Contienen disposiciones sobre descargas, infiltración y prevención de contaminación del suelo, subsuelo y acuíferos, conforme a sus supuestos específicos.	Se considera que toda la dotación de los servicios en la vivienda tendrá una evaluación hidrogeológica particular y la determinación de las autorizaciones aplicables.
Artículo 92	Establece supuestos relacionados con la suspensión de actividades que ocasionen descargas contaminantes.	El proyecto implementará medidas de control, monitoreo y respuesta ante fallas de tratamiento o incumplimiento de las condiciones autorizadas, evitando descargas que puedan comprometer la calidad del acuífero.

Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales

El Reglamento fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 12 de enero de 1994. El texto oficial consultado registra como última reforma el 25 de agosto de 2014. Sus disposiciones deben interpretarse en concordancia con la LAN reformada en diciembre de 2025.

Tabla 16. Vinculación con el Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales

Artículo	Disposición reglamentaria aplicable (síntesis)	Vinculación con el proyecto Ciudad Renacimiento
Artículo 2, fracciones VII y XI	Define el cuerpo receptor y la descarga de aguas residuales, incluyendo supuestos de infiltración o inyección al terreno.	Se considera llevar a cabo los permisos correspondientes para el suministro de agua potable.
Artículos 29, 30 y 31	Regulan aspectos de las solicitudes de concesión o asignación, permisos relacionados y documentación técnica.	En su caso, el proyecto llevara a cabo las gestiones correspondientes.
Artículos 81, 82 y 83	Contienen disposiciones sobre el aprovechamiento de agua para uso público urbano y los títulos correspondientes, considerando diferentes esquemas de prestación del servicio.	En su caso, el proyecto llevara a cabo las gestiones correspondientes.
Artículo 84	Regula aspectos del tratamiento de aguas residuales provenientes de servicios públicos urbanos.	En su caso, el proyecto llevara a cabo las gestiones correspondientes.
Artículo 134	Establece la obligación de adoptar medidas para prevenir la contaminación de las aguas utilizadas.	Se implementarán medidas de prevención de derrames, protección de pozos, manejo de residuos y control de infiltraciones contaminantes.
Artículo 135	Establece obligaciones para quienes efectúan descargas de aguas residuales, incluyendo permisos, tratamiento, medición, mantenimiento y monitoreo.	El sistema de saneamiento incorporará puntos de medición y muestreo, programas de monitoreo de calidad del efluente y mecanismos de mantenimiento.
Artículo 136	Contiene disposiciones sobre control y monitoreo de descargas en sistemas públicos de alcantarillado y drenaje.	Se establecerá un programa de inspección y mantenimiento de las redes sanitarias para prevenir fugas y evitar el ingreso de sustancias incompatibles con los procesos de tratamiento.
Artículos 144 y 145	Regulan aspectos de muestreo y análisis, así como el diseño, construcción, operación y	El diseño y funcionamiento de los sistemas de tratamientos y sus obras de disposición final observarán las normas técnicas

	mantenimiento de instalaciones de tratamiento y descarga.	aplicables y las condiciones de los permisos correspondientes.
Artículo 147	Contempla obligaciones ante la suspensión de la operación de los sistemas de tratamiento.	Se establecerán procedimientos de contingencia y notificación a la autoridad cuando se presenten interrupciones de operación en los supuestos reglamentarios.
Artículo 148	Establece disposiciones para la estabilización y manejo de lodos generados durante el tratamiento de aguas residuales.	Los sistemas de tratamientos previstos dispondrán de procedimientos para el manejo, estabilización, caracterización y disposición de los lodos generados, de acuerdo con su clasificación y las normas aplicables.
Artículos 149 y 150	Contienen disposiciones relacionadas con descargas accidentales y prevención de contaminación por materiales o residuos peligrosos.	Se implementarán protocolos de atención de derrames, manejo de contingencias y protección del suelo y del acuífero.

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

Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de octubre de 2003. La versión oficial consultada registra como última reforma el 19 de enero de 2026.

Tabla 17. Vinculación con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Artículo	Disposición legal aplicable (síntesis)	Vinculación con el proyecto Ciudad Renacimiento
Artículo 1	Establece las bases para prevenir la generación de residuos, promover su valorización y asegurar su gestión integral.	El proyecto implementará medidas para reducir la generación de residuos durante la construcción y operación, promoviendo su separación, aprovechamiento y disposición adecuada.
Artículo 19	Identifica las categorías de residuos de manejo especial, incluidos determinados residuos de construcción y otras actividades.	Durante la preparación del sitio y construcción se generarán escombros, concreto, materiales de excavación y otros residuos los cuales se clasificarán y manejarán conforme a la legislación aplicable.
Artículo 28	Establece los sujetos obligados a formular y ejecutar planes de manejo de residuos en los supuestos previstos por la Ley.	Se determinará la obligación de formular planes de manejo para los residuos generados, especialmente los residuos de construcción y aquellos sujetos a disposiciones específicas.
Artículos 40 y 42	Establecen obligaciones para el manejo seguro de residuos	Los residuos peligrosos que se generen, como aceites usados, filtros y materiales contaminados

	peligrosos y la contratación de empresas autorizadas para su manejo.	con hidrocarburos, serán separados, almacenados temporalmente y entregados a prestadores de servicios autorizados, conservando la documentación correspondiente.
Artículos 43 y 44	Regulan la notificación de actividades de generación o manejo de residuos peligrosos y la clasificación de sus generadores.	Se identificarán los residuos peligrosos generados y sus cantidades, a fin de determinar la categoría del generador y cumplir con los registros y obligaciones correspondientes.

Reglamento de la LGPGIR

Tabla 18. Vinculación con el Reglamento de la LGPGIR

Artículo	Disposición reglamentaria aplicable (síntesis)	Vinculación con el proyecto Ciudad Renacimiento
Artículo 35	Establece criterios para la identificación de residuos peligrosos conforme a las disposiciones aplicables.	Se identificarán y clasificarán los residuos derivados del mantenimiento de maquinaria, equipos e instalaciones, considerando sus características de peligrosidad.
Artículo 42	Establece disposiciones para la clasificación y manejo de residuos peligrosos por parte de sus generadores.	El promovente identificará los tipos y cantidades de residuos peligrosos para determinar las obligaciones de manejo y control que correspondan.
Artículo 46	Establece obligaciones para los grandes y pequeños generadores de residuos peligrosos.	Si el proyecto se ubica en alguna de estas categorías, se atenderán las obligaciones aplicables de registro, manejo, almacenamiento y seguimiento documental.
Artículo 82	Establece condiciones para las áreas de almacenamiento temporal de residuos peligrosos.	Se habilitarán áreas de almacenamiento con medidas de seguridad, identificación, contención y protección del suelo, evitando derrames o filtraciones hacia el subsuelo.

Ley General de Vida Silvestre (LGVS) y su Reglamento

Tabla 19. Vinculación con la Ley General de Vida Silvestre

Artículo	Disposición legal aplicable (síntesis)	Vinculación con el proyecto Ciudad Renacimiento
Artículo 4	Establece el deber de conservar la vida silvestre y prohíbe los actos que impliquen su destrucción, daño o perturbación, en contravención de la Ley.	Durante la preparación del sitio y construcción se aplicarán medidas para prevenir afectaciones a ejemplares de fauna silvestre, evitando su captura, aprovechamiento, daño o eliminación no autorizados.

Artículo 18	Reconoce derechos de propietarios y poseedores sobre los predios, así como obligaciones relacionadas con la conservación del hábitat y el aprovechamiento sustentable de la vida silvestre.	El promovente considerará la conservación de los hábitats existentes, delimitar las superficies de intervención y evitar afectaciones innecesarias a la vegetación y fauna fuera de las áreas autorizadas.
Artículo 60	Establece disposiciones para la conservación de especies y poblaciones en riesgo, así como medidas relacionadas con su protección y recuperación.	Se identificarán las especies de flora y fauna presentes en el área del proyecto, prestando especial atención a aquellas incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y sus modificaciones vigentes. En caso de identificarlas, se establecerán medidas específicas de protección, rescate y seguimiento.
Artículo 63	Establece disposiciones para la conservación del hábitat natural de la vida silvestre, particularmente en áreas de refugio para proteger especies acuáticas.	Se verificará la existencia de áreas o hábitats sujetos a protección especial dentro del área de influencia. De resultar aplicable, se respetarán las restricciones correspondientes y se evitarán afectaciones a los hábitats protegidos.
Artículo 106	Establece disposiciones relacionadas con la responsabilidad por daños ocasionados a la vida silvestre o su hábitat.	El promovente prevendrá afectaciones a la vida silvestre y atender las responsabilidades y medidas de reparación que resulten legalmente procedentes ante daños atribuibles a las actividades del proyecto.

Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre

El Reglamento fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre de 2006 y su última reforma publicada corresponde al 9 de mayo de 2014.

Tabla 20. Vinculación con el Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre

Artículo	Disposición reglamentaria aplicable (síntesis)	Vinculación con Ciudad Renacimiento
Artículo 83	Establece los requisitos para solicitar autorización de liberación de ejemplares de vida silvestre al hábitat natural en los supuestos regulados.	Cuando las actividades de rescate y reubicación impliquen liberaciones sujetas a autorización, el promovente gestionará los permisos correspondientes y presentará la información de las especies y los sitios de destino.
	Establecen criterios técnicos para autorizar la liberación de ejemplares, considerando su	Los sitios de reubicación deberán seleccionarse considerando las características ecológicas, disponibilidad de

Artículos 85 y 86	viabilidad, las condiciones del hábitat y las medidas de seguimiento para especies en riesgo.	hábitat y supervivencia de los ejemplares. Se implementará seguimiento cuando corresponda.
Artículos 87 y 88	Regulan la rehabilitación y el destino de ejemplares que no pueden liberarse inmediatamente o que no reúnen condiciones para su reincorporación al medio natural.	En caso de localizar fauna lesionada o que requiera atención especializada, se coordinará su manejo con personal capacitado y las autoridades competentes, evitando liberaciones que comprometan su supervivencia.

Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano (LGAHOTDU)

La Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano (LGAHOTDU) establece las bases para la planeación, regulación y gestión de los asentamientos humanos, los centros de población y el ordenamiento territorial, bajo criterios de sustentabilidad, equidad, seguridad y protección ambiental.

Tabla 21. Vinculación con la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano

Artículo	Disposición legal aplicable (síntesis)	Vinculación con el proyecto Ciudad Renacimiento
Artículo 1	Establece las bases para ordenar el uso del territorio, regular los asentamientos humanos y coordinar las competencias de los distintos órdenes de gobierno en materia de desarrollo urbano.	El proyecto contempla la transformación de superficies para establecer un desarrollo habitacional. Por lo tanto, su ejecución se ajusta a los instrumentos de ordenamiento territorial y desarrollo urbano aplicables en el municipio de Ucú.
Artículo 4	Establece principios de política pública, entre ellos el derecho a la ciudad, sustentabilidad ambiental, accesibilidad universal, movilidad, resiliencia y prevención de riesgos.	El proyecto considera viviendas. En este sentido, su planeación incorpora criterios de sustentabilidad, accesibilidad, conectividad, prevención de riesgos y protección ambiental, procurando una ocupación ordenada del territorio.
Artículo 11	Establece las atribuciones municipales para formular y administrar programas de desarrollo urbano, regular los usos del suelo, definir la zonificación y otorgar autorizaciones urbanísticas conforme a la legislación aplicable.	El proyecto es compatible con el uso habitacional y de la infraestructura propuesta con los instrumentos de planeación urbana vigentes, así como también, considera las autorizaciones municipales correspondientes para su desarrollo.
	Establece que los planes y programas de desarrollo urbano	Se analiza la congruencia territorial y ambiental del proyecto con los programas de desarrollo

Artículo 45	deberán considerar los ordenamientos ecológicos y los criterios de regulación ecológica de los asentamientos humanos.	urbano y ordenamiento ecológico aplicables, identificando las restricciones y criterios que correspondan al predio.
Artículo 59	Regula aspectos de la zonificación, los usos del suelo y los destinos previstos en los planes o programas municipales de desarrollo urbano.	La distribución de los macrolotes habitacionales es compatibles con la zonificación y los usos del suelo autorizados. Se hace hincapié en que la MIA no sustituye los dictámenes ni las autorizaciones urbanísticas, por lo que el promovente considera llevar a cabo la gestión correspondiente para la obtención de todos los permisos y autorizaciones aplicables.

Ley General de Cambio Climático (LGCC) y su Reglamento en materia del Registro Nacional de Emisiones

La Ley General de Cambio Climático (LGCC) establece las disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático mediante acciones de mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero, así como medidas de adaptación y reducción de la vulnerabilidad ambiental.

Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de junio de 2012. El texto oficial de la Cámara de Diputados consultado registra como última reforma el 1 de abril de 2024.

Ley General de Cambio Climático (LGCC)

Tabla 22. Vinculación con la Ley General de Cambio Climático

Artículo	Disposición legal aplicable (síntesis)	Vinculación con el proyecto Ciudad Renacimiento
Artículo 26	Establece los principios de la política nacional de cambio climático, incluyendo sustentabilidad, prevención, responsabilidad ambiental y conservación de los ecosistemas.	El proyecto incorporará medidas para reducir las emisiones derivadas de las actividades constructivas, conservar la vegetación en las áreas no intervenidas y promover el establecimiento de áreas verdes y espacios públicos.
Artículos 33 y 34	Establecen objetivos y acciones de mitigación orientados a reducir las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero en diversos sectores, incluyendo energía, transporte, residuos y uso del suelo.	Se promoverá el mantenimiento de maquinaria y vehículos, el uso eficiente de energía, la gestión adecuada de residuos y el funcionamiento eficiente del sistema de tratamiento, con el propósito de reducir las emisiones asociadas al desarrollo.

Artículos 87 y 88	Regulan el Registro Nacional de Emisiones (RENE) y la obligación de reportar emisiones directas e indirectas por parte de los establecimientos sujetos a reporte.	Se identificarán las fuentes de emisión y se evaluará si alguna instalación o establecimiento operado por el promovente se encuentra entre las actividades reguladas y alcanza el umbral de reporte. De actualizarse ambos supuestos, se cumplirán las obligaciones correspondientes.

Reglamento de la LGCC en materia del Registro Nacional de Emisiones

Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 28 de octubre de 2014. Este Reglamento identifica las actividades sujetas a reporte, los gases y compuestos regulados y el umbral de emisiones que determina la obligación de informar.

Tabla 23. Vinculación con el Reglamento de la LGCC en materia del Registro Nacional de Emisiones

Artículo	Disposición reglamentaria aplicable (síntesis)	Vinculación con el proyecto Ciudad Renacimiento
Artículos 3 y 4	Identifican los sectores, subsectores y actividades que pueden constituir establecimientos sujetos a reporte.	Se revisarán las actividades de construcción y operación, particularmente el tratamiento de aguas residuales y las instalaciones de servicios, para determinar si alguna unidad operativa se encuentra comprendida en los supuestos reglamentarios.
Artículos 5 y 6	Identifican los gases y compuestos de efecto invernadero sujetos a reporte y establecen un umbral anual de 25,000 toneladas de CO_2 equivalente para los establecimientos regulados.	Se evaluarán las emisiones directas e indirectas de los establecimientos que correspondan. La obligación de reporte se determinará considerando tanto la actividad regulada como el cumplimiento del umbral anual establecido.
Artículos 7 y 8	Establecen disposiciones para el cálculo de las emisiones directas e indirectas y la integración de la información correspondiente.	En caso de identificarse establecimientos sujetos a reporte, se realizará la cuantificación de emisiones mediante las metodologías aplicables y se conservarán los registros que sustenten los resultados.
Artículo 9	Establece disposiciones para la presentación de información de emisiones ante el Registro Nacional de Emisiones.	Cuando se actualicen los supuestos legales, el responsable del establecimiento deberá presentar la información de emisiones en los términos y plazos establecidos por la autoridad competente.

Legislación del Estado de Yucatán

Por tratarse de un desarrollo de 13,876 viviendas, con vialidades, infraestructura hidráulica y sanitaria, cuatro plantas de tratamiento de aguas residuales, áreas verdes y espacios públicos, los temas estatales prioritarios son el ordenamiento territorial, la protección ambiental, la gestión de residuos, la conservación de la vegetación, el agua y la protección civil.

Tabla 24. Principales leyes y reglamentos estatales aplicables

Ley o reglamento estatal	Vinculación con el proyecto	Aplicabilidad
1. Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán y su Reglamento	Regulan la prevención y control de la contaminación, la evaluación ambiental de obras de competencia estatal, emisiones, ruido y protección del suelo y agua.	Directa, respetando la distribución de competencias federal y estatal.
2. Ley de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano del Estado de Yucatán	Regula la planeación territorial, zonificación, usos del suelo, desarrollo urbano, infraestructura y autorizaciones urbanísticas.	Directa y prioritaria.
3. Ley de Desarrollos Inmobiliarios del Estado de Yucatán y su Reglamento	Regulan aspectos del establecimiento, autorización y ejecución de desarrollos inmobiliarios, incluyendo infraestructura y servicios.	Directa y prioritaria.
4. Ley para la Gestión Integral de los Residuos en el Estado de Yucatán y su Reglamento	Regulan el manejo de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, particularmente residuos de construcción, excavaciones y operación habitacional.	Directa.
5. Ley de Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Yucatán	Establece disposiciones sobre conservación y manejo de recursos forestales en el ámbito estatal.	Directa en materia de protección forestal; algunas obligaciones dependen de la vegetación presente.

Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán y su Reglamento

La Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán y su Reglamento establecen disposiciones para la conservación del equilibrio ecológico, la prevención y control de la contaminación, la regulación ambiental de los asentamientos humanos y la evaluación de los impactos ambientales de las obras y actividades de competencia estatal.

Tabla 25. Vinculación con la Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán

Artículo	Disposición legal aplicable (síntesis)	Vinculación con el proyecto Ciudad Renacimiento
Artículo 1	Establece como objeto de la Ley la protección del ambiente, la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la prevención de afectaciones ambientales en el Estado.	El proyecto incorporará medidas de prevención, mitigación y, cuando corresponda, compensación ambiental para atender los impactos derivados del desmonte, la urbanización y la construcción y operación de infraestructura.
Artículos 17 a 24	Regulan el ordenamiento ecológico del territorio estatal y su consideración en la planeación y aprovechamiento del suelo.	Se acredita la congruencia del proyecto con los programas de ordenamiento ecológico aplicables al predio, identificando las unidades de gestión ambiental, políticas, criterios y restricciones correspondientes.
Artículos 31 y 32	Regulan la evaluación del impacto ambiental de obras de competencia estatal. El artículo 32 incluye, entre otras, determinadas vialidades y desarrollos inmobiliarios.	Por contemplar viviendas, vialidades e infraestructura urbana, se deberá determinar qué obras requieren evaluación ambiental estatal y cuáles corresponden a la competencia federal. La presentación de una MIA federal no exime automáticamente de las autorizaciones estatales aplicables.
Artículos 64 a 67	Establecen disposiciones para proteger los ecosistemas asociados con cenotes, cuevas y grutas, así como requisitos aplicables a obras en su entorno.	El proyecto ha llevado a cabo trabajos de campo y análisis cartográficos para identificar posibles cavidades o formaciones kársticas. De localizarse, se delimitarán las áreas de protección y se gestionarán las autorizaciones que correspondan antes de intervenirlas.
Artículos 95 y 96	Establecen criterios para prevenir y controlar la contaminación atmosférica proveniente de fuentes fijas y móviles.	Durante la construcción se aplicarán medidas de control de polvo, mantenimiento de maquinaria, cobertura de materiales transportados y reducción de emisiones contaminantes.
Artículos 109 a 114	Contienen disposiciones para prevenir y controlar la contaminación del agua y del suelo.	Se implementarán medidas para evitar derrames de combustibles y lubricantes, descargas sin tratamiento y disposición inadecuada de residuos. La operación de las cuatro PTAR deberá prevenir afectaciones al suelo y al acuífero.

Tabla 26. Vinculación con el Reglamento de la Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán

Artículo	Disposición reglamentaria aplicable (síntesis)	Vinculación con el proyecto Ciudad Renacimiento
Artículos 4 a 20	Desarrollan disposiciones sobre ordenamiento ecológico y regulación ambiental de los asentamientos humanos.	La distribución de macrolotes considera los instrumentos de ordenamiento territorial y las condiciones ambientales del sitio.
Artículos 195 a 208	Establecen disposiciones relacionadas con la prevención de la contaminación del agua, el ruido y la conservación y saneamiento del suelo.	Se establecerán medidas para prevenir la contaminación del acuífero, controlar el ruido de las actividades constructivas, manejar adecuadamente los residuos y atender oportunamente posibles derrames.
Artículos 209 a 211	Regulan aspectos relacionados con las áreas verdes.	El proyecto contempla la construcción de viviendas, por lo que se definen las superficies destinadas a vegetación, las especies a utilizar y las actividades de establecimiento y mantenimiento correspondientes.

Ley de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano del Estado de Yucatán

La Ley de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano del Estado de Yucatán establece las bases para la planeación, regulación y gestión del territorio, así como para el desarrollo ordenado de los centros de población, bajo criterios de sustentabilidad, prevención de riesgos y compatibilidad de los usos del suelo.

La Ley fue publicada el 22 de diciembre de 2023 y registra una modificación del 25 de mayo de 2026,

Tabla 27. Vinculación con la Ley de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano del Estado de Yucatán

Artículo	Disposición legal aplicable (síntesis)	Vinculación con el proyecto Ciudad Renacimiento
Artículo 1. Objeto de la Ley	Establece las bases para planear, regular y ordenar el aprovechamiento territorial de los asentamientos humanos, así como coordinar las acciones de las autoridades estatales y municipales.	El proyecto considera su desarrollo conforme a los instrumentos de planeación territorial y desarrollo urbano aplicables al municipio de Ucú, procurando una ocupación ordenada del suelo y la integración de infraestructura y servicios urbanos.
Artículos 82 a 85. Programas municipales de ordenamiento territorial y desarrollo urbano	Regulan los instrumentos municipales de planeación, incluyendo las políticas, estrategias, zonificación y criterios para el aprovechamiento territorial.	Se verifico la congruencia del proyecto con el programa municipal aplicable, particularmente respecto a los usos habitacionales, densidades, vialidades, infraestructura, áreas verdes y restricciones territoriales.

Artículos 159 a 163. Resiliencia urbana y prevención de riesgos	Establecen disposiciones para incorporar la prevención y reducción de riesgos en la planeación territorial y en la autorización de acciones urbanísticas.	El proyecto considera las condiciones de riesgo del predio, incluyendo inundaciones, fenómenos hidrometeorológicos y características del terreno kárstico. Se elaborarán los estudios de prevención de riesgos que resulten exigibles.
Artículos 176 a 180. Zonificación y aptitud territorial	Establecen criterios para la zonificación primaria y la determinación de áreas urbanizadas, urbanizables y no urbanizables, así como para la evaluación de acciones urbanísticas.	Se considera que las superficies destinadas a los macrolotes, vialidades e infraestructura sean compatibles con la zonificación y aptitud territorial establecidas en los instrumentos vigentes.
Artículos 188 y 189. Control de acciones urbanísticas	Regulan los requisitos previos a la expedición de autorizaciones urbanísticas y prohíben otorgarlas cuando no se cumpla la normativa aplicable.	Antes de iniciar las obras, se considera obtener las licencias, constancias, dictámenes y autorizaciones que correspondan, incluyendo la factibilidad urbana ambiental o el dictamen de impacto urbano cuando sean exigibles.
Artículos 192 a 194. Autorizaciones en materia de desarrollo urbano	Regulan las autorizaciones para el aprovechamiento urbano del suelo y establecen la relación con la legislación de desarrollos inmobiliarios.	La urbanización, lotificación, y construcción de viviendas deberán ajustarse a los procedimientos de autorización aplicables. Las obras no darán inicio sin contar con los permisos urbanísticos y ambientales correspondientes.
Artículos 198 a 201. Factibilidad urbana ambiental	Regulan la evaluación y emisión de la factibilidad urbana ambiental conforme a los supuestos previstos por la Ley.	Se presentan todos los estudios y documentos técnicos requeridos ante la autoridad competente.
Artículos 203 a 207. Dictamen de impacto urbano	Regulan el dictamen de impacto urbano y su función en la evaluación de las repercusiones de determinadas acciones urbanísticas.	Debido a la magnitud del proyecto, se considera la verificación con la exigibilidad del dictamen y, cuando corresponda, evaluar los efectos sobre movilidad, vialidades, infraestructura, equipamiento y servicios públicos.

Ley de Desarrollos Inmobiliarios del Estado de Yucatán y su Reglamento

La Ley de Desarrollos Inmobiliarios del Estado de Yucatán y su Reglamento son instrumentos relevantes para el proyecto, debido a que regulan aspectos relacionados con la planeación, autorización, urbanización y ejecución de desarrollos inmobiliarios, así como las condiciones que deben cumplir las obras de infraestructura y servicios asociadas.

La Ley fue publicada el 7 de diciembre de 2010 y registra una reforma del 17 de abril de 2025. Para la tabla se consideran los artículos centrales del régimen de constitución y urbanización de desarrollos inmobiliarios.

Tabla 28. Vinculación con la Ley de Desarrollos Inmobiliarios del Estado de Yucatán

Artículo	Disposición legal aplicable (síntesis)	Vinculación con el proyecto Ciudad Renacimiento
Artículos 8, 8 Bis y 9	Establecen la clasificación de los desarrollos inmobiliarios y sus modalidades.	Se considera determinar la clasificación jurídica y urbanística de Ciudad Renacimiento, considerando sus macrolotes, las áreas habitacionales, vialidades y espacios comunes. La denominación comercial de «usos mixtos» no determina por sí sola su clasificación legal.
Artículos 16 y 17	Regulan las áreas de cesión para destino y las obligaciones relacionadas con su entrega, conforme a la modalidad del desarrollo.	El proyecto identifica las superficies destinadas a equipamiento urbano, infraestructura y áreas verdes, así como también se determinan las obligaciones de cesión al municipio que resulten aplicables. No obstante, la construcción de vivienda está sujeta a la presente evaluación.
Artículos 21 a 24	Regulan la autorización para constituir desarrollos inmobiliarios, sus requisitos y vigencia.	El promovente considera tramitar la autorización de constitución correspondiente, acreditando la compatibilidad urbanística, la situación jurídica de los predios y las factibilidades exigibles para el desarrollo.
Artículos 25 y 26	Regulan la licencia de urbanización y establecen que las obras de urbanización requieren su obtención previa.	Antes de construir vialidades, redes de agua potable, alcantarillado, infraestructura eléctrica y demás obras de urbanización, se obtendrán las licencias correspondientes ante la autoridad municipal competente.
Artículos 26 Bis, 26 Ter y 26 Quáter	Contienen disposiciones relacionadas con la ejecución simultánea de obras, la conclusión de la urbanización y las condiciones aplicables a su desarrollo.	Debido a que las viviendas y la infraestructura se construirán por etapas durante 36 meses, se verificará la posibilidad de autorizar obras simultáneas y cumplir las condiciones de infraestructura y conectividad previstas en las licencias.
Artículo 26 Quinquies	Establece las condiciones de infraestructura necesarias para considerar habitable un desarrollo inmobiliario.	Antes de la ocupación y entrega de viviendas se acreditarán los servicios e infraestructura exigibles, particularmente agua potable, energía eléctrica, alumbrado, tratamiento de aguas residuales, vialidades y áreas verdes.

Reglamento Ley de Desarrollos Inmobiliarios del Estado de Yucatán

El Reglamento fue publicado el 4 de mayo de 2012. La Secretaría de Desarrollo Sustentable registra una reforma de 26 de enero de 2017

Tabla 29. Vinculación con el Reglamento de la Ley de Desarrollos Inmobiliarios del Estado de Yucatán

Artículo	Disposición reglamentaria aplicable (síntesis)	Vinculación con el proyecto Ciudad Renacimiento
Artículos 5, 6, 7 y 8	Regulan la clasificación de los desarrollos, la responsabilidad técnica de los planos y la incorporación de criterios de accesibilidad.	El proyecto se elaboró y se validó por profesionistas competentes, incorporando criterios de accesibilidad y movilidad.
Artículos 10 y 11	Establecen la necesidad de contar con las autorizaciones aplicables y permiten desarrollar obras por zonas o secciones autorizadas.	La ejecución por etapas de Ciudad Renacimiento contará con las licencias y planos aprobados, delimitando las obras correspondientes a cada fase.
Artículos 15 a 18	Regulan las áreas de cesión para destino, su ubicación y las condiciones aplicables a las superficies destinadas a infraestructura, equipamiento y áreas verdes.	El proyecto presenta un cuadro de superficies que identifica las áreas habitacionales.
Artículos 20, 24 y 25	Contienen disposiciones relacionadas con señalización, áreas verdes, limpieza y mantenimiento de elementos naturales antes de la entrega de obras.	Se establecerán medidas para conservar las áreas verdes, evitar la acumulación de residuos y mantener los árboles y elementos naturales bajo responsabilidad del desarrollador hasta la entrega correspondiente.
Artículos 33, 34, 37 y 38	Regulan aspectos del procedimiento de autorización de constitución del desarrollo y la documentación requerida, incluidas factibilidades y planos.	Se integran los planos de lotificación, documentos de propiedad, autorizaciones ambientales, factibilidades de agua potable, saneamiento, electricidad, servicios y conectividad vial que correspondan a la modalidad del proyecto.

Ley para la Gestión Integral de los Residuos en el Estado de Yucatán y su Reglamento

La Ley para la Gestión Integral de los Residuos en el Estado de Yucatán y su Reglamento constituyen instrumentos relevantes para el proyecto, debido a que regulan la prevención, generación, separación, aprovechamiento, manejo y disposición de los residuos sujetos a competencia estatal y municipal.

Durante la preparación del sitio y construcción de Ciudad Renacimiento se prevé la generación de residuos vegetales, materiales de excavación, escombros, empaques y residuos sólidos urbanos asociados con la presencia de trabajadores. Durante la operación se generarán residuos domiciliarios, residuos derivados del mantenimiento de áreas verdes y residuos asociados con el funcionamiento de la infraestructura sanitaria.

Publicada el 8 de abril de 2011, con última reforma registrada el 5 de julio de 2021.

Tabla 30. Vinculación con la Ley para la Gestión Integral de los Residuos en el Estado de Yucatán

Artículo	Disposición legal aplicable (síntesis)	Vinculación con el proyecto Ciudad Renacimiento
Artículo 1	Establece el objeto de regular la generación y gestión integral de los residuos en el ámbito de competencia estatal.	Se implementarán medidas para prevenir y controlar la generación de residuos durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación del desarrollo.
Artículo 6	Establece la clasificación de los residuos contemplados por la Ley.	Se identificarán y clasificarán los residuos generados, diferenciando los residuos sólidos urbanos, los de manejo especial y los peligrosos sujetos a regulación federal.
Artículos 26 y 27	Establecen las obligaciones de los generadores, incluyendo separación, almacenamiento, minimización, reutilización y reciclaje.	Se habilitarán áreas de almacenamiento temporal y contenedores diferenciados. Se promoverá el aprovechamiento de residuos vegetales, empaques y materiales de construcción, siempre que resulte técnica y ambientalmente viable.
Artículos 28 a 31	Establecen prohibiciones y disposiciones para prevenir prácticas inadecuadas en el manejo de residuos.	Se evitará el abandono, la quema y la disposición no autorizada de residuos en el predio, terrenos aledaños, cavidades naturales o áreas destinadas a conservación.
Artículos 42 a 44	Regulan aspectos de la contratación de prestadores autorizados y las etapas del manejo integral de residuos sólidos.	Se verificará que los prestadores contratados cuenten con las autorizaciones exigibles y se documentará la recolección, transporte, aprovechamiento y disposición final de los residuos.
Artículos 58 y 59	Regulan el manejo integral de residuos de manejo especial y las autorizaciones aplicables a determinadas actividades de manejo.	Los residuos de construcción, demolición y otros que sean clasificados como de manejo especial se gestionarán conforme a la normativa estatal. Se determinará si alguna instalación o actividad del proyecto requiere autorización específica.
Artículos 84 a 88	Establecen disposiciones para la prevención, control y remediación de sitios contaminados por residuos.	Se evitará la disposición de residuos directamente sobre el suelo y se implementarán medidas para atender cualquier contaminación asociada con su manejo, particularmente por la vulnerabilidad del acuífero kárstico.

Reglamento de la Ley para la Gestión Integral de los Residuos en el Estado de Yucatán

Publicado el 6 de agosto de 2012, con última reforma registrada el 30 de abril de 2021.

Tabla 31. Vinculación con el Reglamento de la Ley para la Gestión Integral de los Residuos en el Estado de Yucatán

Artículo	Disposición reglamentaria aplicable (síntesis)	Vinculación con el proyecto Ciudad Renacimiento
Artículos 4 y 5	Establecen criterios de clasificación y mecanismos de asistencia técnica para identificar residuos de manejo especial.	Se realizará la clasificación de los residuos generados durante la construcción y operación, considerando su naturaleza, volumen y características.
Artículo 8	Identifica actividades relacionadas con el manejo de residuos de manejo especial sujetas a la Licencia Ambiental Única.	Se verificará la procedencia de autorizaciones estatales si el proyecto contempla instalaciones o actividades de manejo de residuos sujetas a dicho instrumento.
Artículos 24 a 28	Desarrollan disposiciones relativas a los residuos sujetos a planes de manejo y los procedimientos asociados a su autorización.	Se determinará la necesidad de elaborar y registrar un plan de manejo para los residuos de manejo especial, de acuerdo con su clasificación y los volúmenes estimados.
Disposiciones reglamentarias sobre almacenamiento, recolección y transporte de residuos	Establecen requisitos para las distintas etapas del manejo integral y para los prestadores de servicios, según el tipo de residuo.	Se habilitarán sitios de almacenamiento temporal, se evitará la mezcla de residuos incompatibles y se verificará que su transporte y destino final cumplan con las autorizaciones aplicables.

Ley de Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Yucatán

La Ley de Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Yucatán establece disposiciones para promover la conservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos y ecosistemas forestales en el ámbito de competencia estatal.

La Ley fue publicada el 8 de mayo de 2017 y aparece como vigente en el catálogo del Congreso del Estado de Yucatán.

Tabla 32. Vinculación con la Ley de Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Yucatán

Artículo	Disposición legal aplicable (síntesis)	Vinculación con el proyecto Ciudad Renacimiento
Artículo 1. Objeto	Establece las bases para regular la política estatal de desarrollo forestal, incluyendo actividades de	El proyecto incorpora medidas de protección y conservación de la vegetación existente, así como acciones de

	conservación, saneamiento, restauración y reforestación.	restauración y revegetación en las superficies que correspondan.
Artículo 3. Aplicación de la Ley	Señala que la aplicación de la Ley corresponde al Ejecutivo estatal, a través de la dependencia competente, y a los ayuntamientos.	El promovente considera atender las disposiciones y requerimientos estatales y municipales en materia forestal que resulten aplicables, sin perjuicio de las atribuciones federales.
Artículo 4. Utilidad pública	Reconoce el interés público de conservar, proteger y restaurar los ecosistemas forestales, las cuencas hidrológico-forestales y los servicios ambientales asociados.	Se identifican los ecosistemas y elementos forestales presentes en el polígono, priorizando la conservación de superficies vegetadas y la reducción de afectaciones sobre el suelo, la infiltración y los servicios ambientales.
Artículo 5. Autoridades	Establece que el Estado y los municipios ejercerán sus atribuciones forestales conforme a la distribución de competencias prevista en la legislación aplicable.	Se considera llevar a cabo la gestión correspondiente a las obligaciones de competencia estatal o municipal y aquellas de competencia federal, particularmente respecto del posible cambio de uso del suelo en terrenos forestales.

2.1.4. Programas de ordenamiento ecológico

Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán (POETY), 2023

El Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán tiene por objeto regular los usos del suelo, el aprovechamiento de los recursos naturales, las actividades productivas y el crecimiento urbano, con el fin de hacer compatible la conservación de la biodiversidad, la protección al ambiente y el aprovechamiento sustentable de los recursos y elementos naturales del estado de Yucatán, así como con las actividades económicas que se realicen, sirviendo de base para la elaboración de los programas y proyectos de desarrollo que se pretendan ejecutar en el territorio estatal. Con este modelo de Ordenamiento Ecológico Territorial Ecológico del Estado de Yucatán, el sitio del proyecto se encuentra en la UGA 059.

Mediante el presente Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán, se establece el “Modelo de Ocupación del Territorio” para el Estado de Yucatán, con base en criterios de racionalidad y de equilibrio entre la eficiencia ecológica y el desarrollo económico-social del sistema territorial. Este modelo es una proyección espacial de una estrategia de desarrollo económico y social que contribuye al diseño de la ocupación del territorio a futuro y al cómo conseguirlo, representando la forma de concretar espacialmente los objetivos ambientales propuestos en términos de sustentabilidad.

El modelo incluye la propuesta de usos para el territorio, acorde con sus potencialidades y limitantes y el establecimiento de un sistema de políticas y criterios ambientales de aprovechamiento,

protección, conservación y restauración que garanticen el uso racional y la conservación a mediano y largo plazo de los recursos naturales y humanos del Estado. Con base en lo anterior, se establece un Modelo del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán que incluye la zonificación funcional o propuesta de usos para el territorio, acorde con sus potencialidades y limitantes, el esclarecimiento de la intensidad de dicha utilización y el sistema de políticas y criterios ambientales de aprovechamiento, protección, conservación y restauración que garanticen la explotación racional y la conservación a mediano y largo plazo de los recursos naturales y humanos en cada región del territorio.

El establecimiento del modelo considera la gestión de protección de los recursos naturales, al asignarle a cada área un valor funcional determinado y un régimen de explotación y transformación que lleva implícito medidas de conservación de los diferentes recursos. Al mismo tiempo, su construcción refleja el deseo manifiesto de trabajar por la disminución de las desigualdades socio-espaciales y el incremento sostenido de la calidad de vida de la población residente en el Estado.

POLÍTICAS DE ORDENAMIENTO DEL ESTADO DE YUCATÁN

La elaboración del modelo de ordenamiento considera la propuesta de uso y aprovechamiento que se desea dar al territorio, y se expresa en los mapas de políticas y modelo de uso y aprovechamiento de este en donde se ubican las unidades de gestión ambiental.

Cada una de las unidades de gestión ambiental reconocidas para el Estado de Yucatán tiene asignadas de manera explícita políticas territoriales y criterios de uso y manejo, bajo las siguientes políticas.

El proyecto se ubica en la UGA 059-APROV-CHO y la política que le aplica es la de APROVECHAMIENTO.

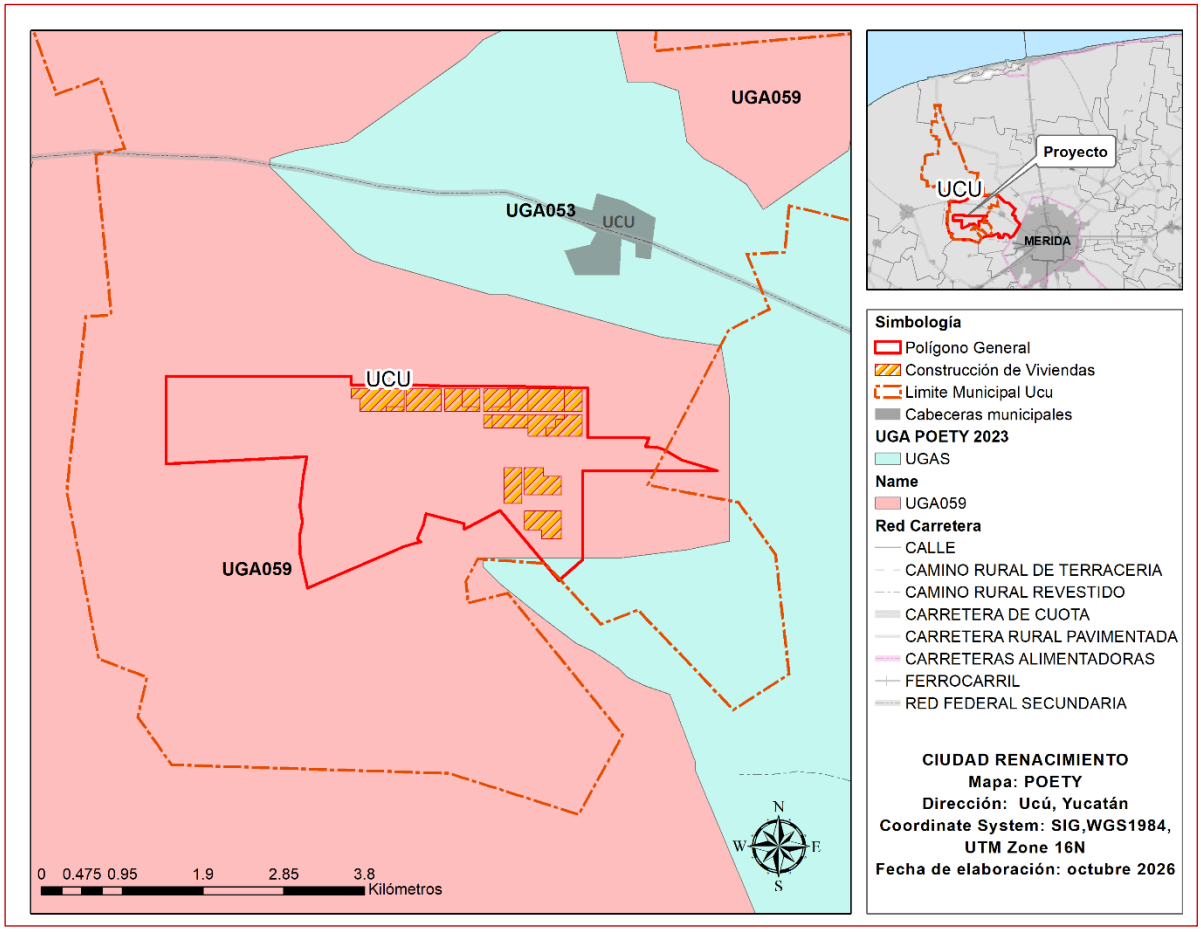


Figura 12. Mapa de la UGA correspondiente al proyecto

DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL

La información descriptiva de la unidad de gestión ambiental, respecto a las condiciones actuales de su tipo de vegetación, condiciones ambientales, así como la política, lineamientos, estrategias y criterios aplicables, se presentan en forma de fichas. Cada UGA cuenta con su propia ficha.

Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán - Unidades de Gestión Ambiental

UGA059-APROV-CHO

Lineamientos ambientales
Propiciar el aprovechamiento sustentable de 149.007 km2 para el desarrollo de las actividades compatibles. Propiciar la restauración de 293.89 km2 de la vegetación forestal menos conservada y preservarlas a largo plazo.

Criterios Generales
1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15

Matriz de compatibilidades		Criterios de regulación ecológica
Acuacultura de agua dulce	C	1, 2, 3, 4
Acuacultura salobre	C	1, 2, 3, 4
Agricultura tecnificada	INC	
Agricultura extensiva	C	1, 2, 3, 5
Apicultura	COND	1
Energía eólica	COND	2, 3, 4
Energía fotovoltaica	COND	1, 2
Infraestructura	COND	1, 2, 3
Forestal	COND	1, 2, 3, 4, 5
Industrial	C	1, 2, 4, 6
Milpa maya	COND	1
Minería no metálica	C	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
Pecuario bovino	INC	
Pecuario porcino	INC	
Pecuario avícola	COND	1, 2, 3, 4
Pesca	INC	
Turismo de naturaleza	C	1, 2
Turismo de sol y playa	INC	
Turismo convencional	COND	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13
Asentamientos humanos	COND	1, 3, 4, 11, 13, 14, 15

C= Compatible COND = Condicionado INC= Incompatible

Estrategia de regulación ecológica
Las estrategias aplicables serán aquellas correspondientes a los sectores compatibles.

Figura 13. Ficha técnica de la UGA059-APROV-CHO

Como se puede observar en la ficha técnica de la UGA, el uso de suelo del proyecto es CONDICIONADO. Por lo tanto, el proyecto observará y aplicará en su implementación las restricciones que sean aplicables.

A continuación, se describen LINEAMIENTOS AMBIENTALES. El lineamiento ambiental corresponde a la meta o el enunciado general que refleja el estado deseable de la UGA.

Tabla 33. Lineamientos ambientales de la UGA

No.	UGA	Lineamiento ambiental de la UGA
59	UGA059-APROV-CHO	Propiciar el aprovechamiento sustentable de 149.007 km2 para el desarrollo de las actividades compatibles. Propiciar la restauración de 293.89 km2 de la vegetación forestal menos conservada y preservarlas a largo plazo

Tabla 34. Compatibilidad de acuerdo con el uso de suelo del proyecto de la UGA 059-APROV-CHO

Usos de suelo de las Unidades de Gestión Ambiental

CLAVE _UGA	NOMBRE_ UGA	POLITICA	USOS COMPATIBLES	USOS CONDICIONADOS	USOS INCOMPATIBLES
UGA052	UGA052-PRES-CEL	Preservación	5	12, 19	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20
UGA058	UGA058-APROV-CHE	Aprovechamiento sustentable	1, 2, 4, 12, 13, 14, 19	5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 18	3, 15, 16, 17, 20
UGA059	UGA059-APROV-CHO	Aprovechamiento sustentable	1, 2, 4, 10, 13, 19	5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 15, 18	3, 14, 16, 17, 20
UGA060	UGA060-PRES-CHE	Preservación	5	12, 19	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20
UGA061	UGA061-APROV-HAL	Aprovechamiento sustentable	1, 2, 4, 9, 12, 13, 19	5, 6, 7, 8, 10, 11, 15, 16, 18	3, 14, 17, 20

CRITERIOS ECOLÓGICOS GENERALES (CG) APLICABLES

Los criterios de regulación ecológica establecen las condicionantes y regulaciones que deberán ser observadas por todo proyecto de obra o actividad que se desarrolle en esa unidad. Son, en esencia, las disposiciones obligatorias con las cuales se busca que las actividades sectoriales se desarrollen sin afectarse unas a otras y, al mismo tiempo, se garantice la preservación de la biodiversidad y el mantenimiento de los recursos naturales y los servicios ambientales. Se establecieron criterios ecológicos generales, cuya aplicación corresponden a acciones que todos los sectores deben realizar, independientemente de su localización; así como criterios específicos por sector.

Tabla 35. Vinculación con los Criterios Ecologicos Generales aplicables al proyecto

Criterio	Disposición ambiental (síntesis)	Vinculación específica con Ciudad Renacimiento
CG-01	Contar con drenaje y tratamiento de aguas residuales; separar el drenaje sanitario del pluvial.	El proyecto contempla redes sanitarias y sistemas de tratamiento de aguas residuales para las viviendas. Considerando la capacidad suficiente de tratamiento, separación de drenajes y cumplimiento de la normativa de descarga.
CG-02	Contar con infraestructura y programa de manejo integral de residuos sólidos urbanos.	Se implementará un sistema de separación, almacenamiento y recolección de residuos durante la construcción y operación de las viviendas y espacios públicos.
CG-03	Reportar a la autoridad estatal la generación y estrategias de manejo de residuos de manejo especial.	Se identificarán y cuantificarán los residuos de construcción y demolición y se realizarán los reportes o trámites exigibles.
CG-04	Demostrar que la extracción de agua subterránea no afecta la disponibilidad ni calidad del acuífero, mediante estudios específicos.	El proyecto considera llevar a cabo los permisos correspondientes.
CG-05	Identificar oquedades y zonas inundables y excluirlas de las áreas aprovechables.	De acuerdo con la cartografía disponible y el estudio de campo, no se ubican cenotes dentro del predio.
CG-06	Incorporar drenajes suficientes en caminos y considerar materiales permeables.	Las vialidades proyectadas integran soluciones de drenaje pluvial que mantengan los flujos naturales y reduzcan la pérdida de infiltración.
CG-07	Conservar los parches forestales mejor preservados y favorecer corredores biológicos.	Se identifican los parches de vegetación con mayor valor ecológico y se evalúa su incorporación a las áreas de conservación y espacios verdes, procurando mantener conectividad.
CG-08	Aplicar medidas para reducir impactos derivados del material extraído en excavaciones.	Los materiales provenientes de excavaciones y nivelación se reutilizarán cuando sean adecuados, y los excedentes se manejarán conforme a la normativa.
CG-09	Privilegiar terrenos eriales y preferentemente forestales; utilizar terrenos forestales en última instancia y con autorización.	Se considera llevar a cabo los permisos correspondientes para la autorización del proyecto en terrenos que, en su caso, resulten forestales.
CG-10	Identificar humedales y formaciones kársticas, prevenir afectaciones y mantener la hidrodinámica natural.	Se realizaron verificaciones de campo para identificar cenotes, cuevas, grutas y depresiones inundables. Las vialidades e infraestructura deberán evitar alteraciones a los flujos de agua.

CG-11	Exigir estudios cuando se extraiga agua salobre y se requiera desalinización.	No se ha identificado la desalinización como componente del proyecto. Se deberá confirmar la calidad del agua prevista para los pozos.
CG-12	Ubicar los sistemas de tratamiento considerando suelo y profundidad del acuífero; manejar adecuadamente los lodos.	Se consideran todos los estudios correspondientes para el sistema de tratamiento de las aguas domésticas que se generen en la vivienda.
CG-13	Incorporar medidas de prevención ante riesgos hidrometeorológicos y cambio climático.	Se revisarán los atlas de riesgo y se incorporarán medidas de drenaje, infiltración, conservación de vegetación y protección de estructuras frente a lluvias intensas e inundaciones.
CG-14	Implementar medidas que favorezcan la recarga del acuífero.	Se evaluará la conservación de superficies permeables, la revegetación y el manejo pluvial que favorezca la infiltración sin introducir contaminantes al subsuelo.

A continuación, se presenta la vinculación del proyecto con los criterios aplicables por tipos de uso ASENTAMIENTOS HUMANOS en la unidad de gestión ambiental UGA059-APROV-CHO

Tabla 36. Vinculación de criterios de regulación ecológica — Sector Asentamientos Humanos

Criterio	Descripción del criterio (síntesis del POETY)	Vinculación con Ciudad Renacimiento
AH-01	Condiciona la aprobación de desarrollos inmobiliarios a presentar una estrategia para minimizar la expansión urbana desordenada, la vulnerabilidad del acuífero y la fragmentación de hábitats, y garantizar el manejo de residuos y los servicios urbanos.	El proyecto presenta una estrategia integral de ubicación y ordenamiento territorial, la disponibilidad de agua y saneamiento, el manejo de residuos y la conservación de áreas naturales. La infraestructura propuesta ofrece capacidad suficiente para las 13,876 viviendas.
AH-03	Regula la disposición del agua de rechazo de plantas desalinizadoras, prohibiendo su descarga directa al suelo o cuerpos de agua y estableciendo condiciones para su inyección al manto salino.	El proyecto contempla que la vivienda cuente con todos los servicios para su correcta habitabilidad.
AH-04	Exige que los desarrollos inmobiliarios con consumo de agua contemplen medidas para reducir su demanda, como captación pluvial, reúso de agua tratada, dispositivos ahorradores y vegetación de bajo consumo hídrico.	Se incorporarán medidas de ahorro de agua en las viviendas y servicios, así como se evalúa el aprovechamiento de agua tratada para riego y el uso de especies nativas en áreas verdes.
AH-05	Establece que los humedales deben permanecer libres de edificaciones para	No se considera la presencia de humedales y depresiones inundables dentro del polígono.

	conservar sus procesos hidrodinámicos naturales.	
AH-06	Prohíbe obras temporales y permanentes en dunas incipientes o embrionarias y dunas de estuarios.	El proyecto se localiza tierra adentro, en el municipio de Ucú, sin que se hayan identificado sistemas de dunas costeras asociados con el desarrollo.
AH-07	Restringe las instalaciones en zonas colindantes a playas, estableciendo condiciones para estructuras piloteadas y la protección del sistema de dunas.	El proyecto no contempla instalaciones en playas ni obras sobre dunas costeras.
AH-08	Establece medidas de protección de playas utilizadas para la anidación de tortugas marinas, incluyendo iluminación, tránsito y protección del hábitat.	No se contemplan actividades en playas ni en zonas de anidación de tortugas marinas.

Criterio	Descripción del criterio (síntesis del POETY)	Vinculación con Ciudad Renacimiento
AH-09	Restringe las edificaciones permanentes en dunas terciarias y establece condiciones para mantener la resiliencia y conectividad del sistema de dunas.	El desarrollo no contempla la ocupación de dunas terciarias ni infraestructura costera.
AH-10	Prohíbe utilizar playas y dunas para disponer materiales provenientes del dragado de canales y cuerpos de agua costeros.	El proyecto no contempla dragados ni la disposición de sedimentos en playas o dunas.
AH-11	Establece que los desarrollos que requieran electricidad deben privilegiar diseños bioclimáticos y tecnologías de eficiencia energética. Recomienda un programa de generación de energías limpias para cubrir al menos el 10 % del consumo.	Se deberán incorporar criterios de orientación, ventilación e iluminación natural, dispositivos eficientes y tecnologías de ahorro energético. Se evaluará la viabilidad de incorporar generación fotovoltaica u otras fuentes limpias.
AH-12	Establece que la infraestructura residencial, comercial y turística en zonas costeras debe mantener accesos libres a playas y zona federal marítimo terrestre.	El proyecto no se ubica en zona costera ni contempla ocupación de accesos a playas.
AH-13	Exige consultar los atlas de riesgos estatal y municipal para evitar desarrollos en zonas susceptibles a inundaciones, hundimientos, inestabilidad del terreno y otros peligros.	Se consultaron los atlas vigentes para identificar zonas inundables, cavidades y condiciones de riesgo. El diseño deberá excluir las áreas no aptas para urbanización.
	Establece que los desarrollos inmobiliarios únicamente podrán establecerse en	Se realizó el estudio de caracterización y delimitación de la vegetación del polígono

AH-14	terrenos sin cobertura forestal o considerados preferentemente forestales.	general del proyecto, identificando las superficies forestales, preferentemente forestales y sin cobertura forestal.
AH-15	Establece que el crecimiento de asentamientos humanos rurales existentes debe corresponder a su crecimiento natural y necesidades de vivienda, servicios e infraestructura, dentro de zonas potencialmente urbanizables y fuera de zonas de riesgo.	Se ha analizado la relación del proyecto con la localidad de Ucú y otros asentamientos rurales, su compatibilidad con la planeación urbana, la demanda habitacional y la capacidad de servicios.

Conclusión parcial de la Vinculación del proyecto con el POETY 2023, UGA059-APROV-CHO

De acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán, actualizado mediante el Decreto 692/2023, el proyecto consistente en un Desarrollo Inmobiliario de Usos Mixtos denominado “Ciudad Renacimiento” se localiza, conforme a la identificación territorial proporcionada, en la Unidad de Gestión Ambiental UGA059-APROV-CHO, cuya política ambiental corresponde al aprovechamiento sustentable.

El lineamiento ecológico de esta unidad establece el aprovechamiento sustentable de las superficies destinadas a actividades compatibles y la restauración de áreas con vegetación forestal menos conservada, con el propósito de favorecer su preservación a largo plazo.

La matriz de compatibilidad de usos del POETY clasifica al sector de asentamientos humanos como condicionado para esta UGA. En consecuencia, la viabilidad territorial del proyecto deberá sustentarse en la acreditación de las condicionantes ambientales aplicables y en la congruencia con los instrumentos de planeación territorial y desarrollo urbano correspondientes.

En este sentido, el proyecto contempla infraestructura de abastecimiento de agua potable, saneamiento, electricidad y áreas verdes dentro de la vivienda, cuya ejecución deberá atender los criterios ecológicos generales relacionados con la protección del acuífero, el tratamiento de aguas residuales, la gestión de residuos, la conservación de la vegetación y la prevención de riesgos asociados con las características kársticas del territorio.

Particularmente, se deberán acreditar la disponibilidad y calidad del agua subterránea para el abastecimiento proyectado, la suficiencia de los sistemas de tratamiento de aguas residuales, la identificación y exclusión de cavidades y zonas inundables de las superficies aprovechables y la conservación de los parches de vegetación de mayor valor ecológico.

Por lo anterior, la vinculación del proyecto con la UGA059-APROV-CHO se considera condicionada al cumplimiento de los criterios de regulación ecológica aplicables.

2.1.5. Programas y planes de desarrollo urbano

Los programas y planes de desarrollo urbano constituyen instrumentos fundamentales para determinar la viabilidad territorial del proyecto Ciudad Renacimiento, debido a que establecen las políticas de crecimiento de los centros de población, los usos y destinos del suelo, las densidades habitacionales, las reservas territoriales y las condiciones para la introducción de infraestructura y servicios.

Programa Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Yucatán (PEOTDUY), 2024

De acuerdo con la Ley General Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano, se establece el Sistema General de Planeación Territorial, en el que se reconoce a los programas estatales de desarrollo urbano como un instrumento de planeación y regulación del ordenamiento territorial y desarrollo urbano de los asentamientos humanos. En esta Ley, igualmente se señala que corresponde a las entidades federativas formular, aprobar y administrar su programa estatal de ordenamiento territorial y desarrollo urbano, así como vigilar y evaluar su cumplimiento con la participación de los municipios y la sociedad. En este contexto, el Gobierno del Estado de Yucatán a través del Instituto de Movilidad y Desarrollo Urbano Territorial publicó en el Diario Oficial del Estado de Yucatán el Programa Estatal De Ordenamiento Territorial Y Desarrollo Urbano De Yucatán (PEOTDUY) el 27 de junio de 2024 en el Decreto 783/2024.

Que en el Nivel Estratégico del PEOTDUY se establecen siete estrategias territoriales, las cuales son un conjunto de proyectos, programas y acciones prioritarias proyectadas en regiones, municipios, localidades o zonas específicas del territorio, enfocadas en la consolidación urbana-regional, desarrollo económico, gestión y prevención de conflictos, movilidad regional, gestión territorial y fortalecimiento institucional. En ellas, destaca la Estrategia VI en la que se establece las Unidades de Gestión Territorial (UGT) que son unidades básicas de ordenamiento territorial, en la que se establecen las aptitudes estratégicas que permiten identificar la mejor localización para los asentamientos humanos y las actividades productivas del territorio. En consonancia con lo anterior, se identificó que el proyecto se encuentra en la UGT primaria UGT-APT-01, tal como se muestra en la siguiente imagen.

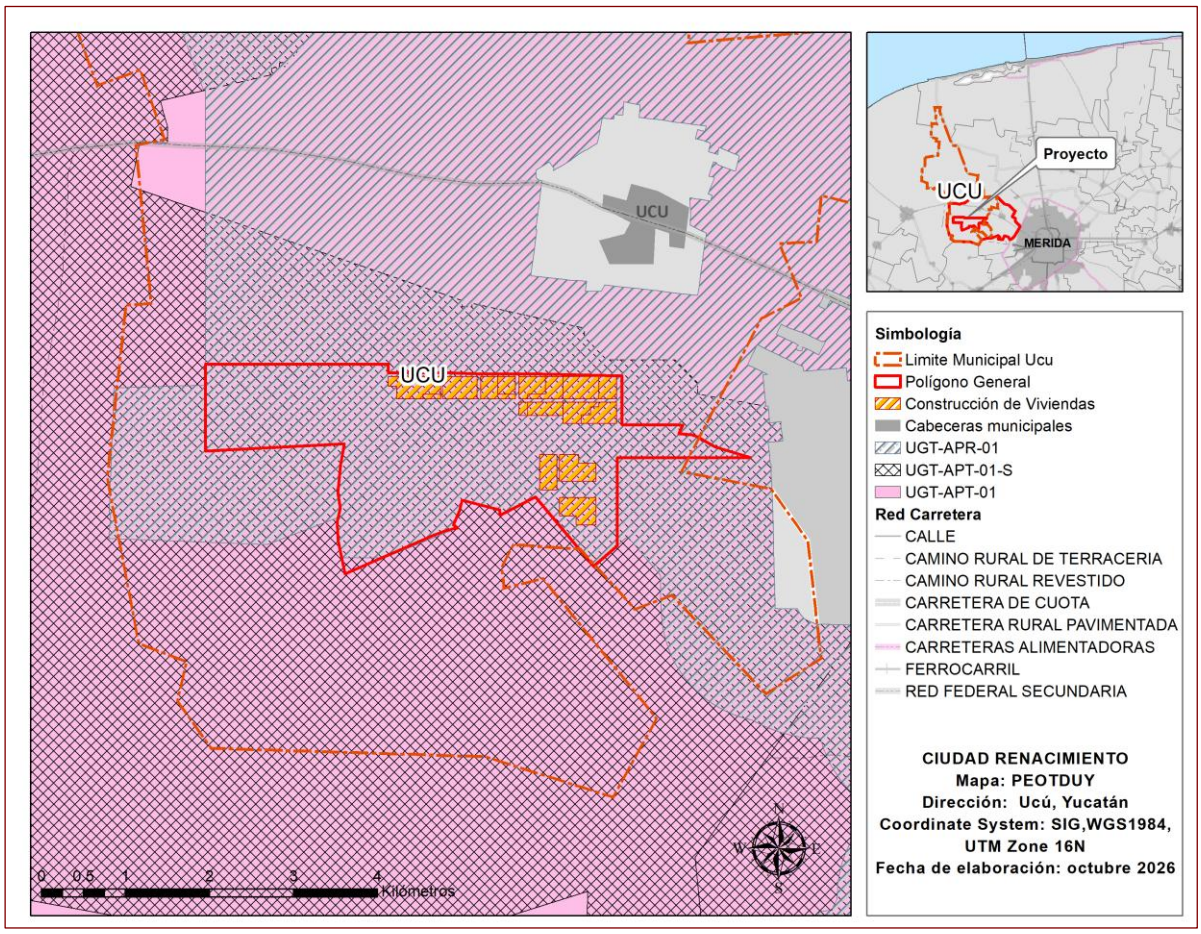


Figura 14. Mapa de ubicación del proyecto de acuerdo con el PEOTDUY

Las UGT's en el PEDUY fueron definidas a partir de los siguientes criterios:

• Áreas prioritarias de conservación conforme al marco normativo ecológico y ambiental.

• Tendencias actuales y proyectadas de uso y aprovechamiento del territorio.

• Estrategias de contención para actividades urbanas y productivas.

• Identificación de áreas de desarrollo prioritario.

• Potencial de aprovechamiento urbano municipal.

Con base en estos criterios, se establecieron dos tipologías:

• Unidades de Gestión Territorial Primarias

• Unidades de Gestión Territorial Secundarias

El proyecto en cuestión se localiza en una Unidad de Gestión Territorial Primaria, específicamente en el Grupo IV, que corresponde a los Territorios con Política Prioritaria de Aprovechamiento. Estos territorios no pertenecen a las zonas clasificadas en los grupos anteriores (1, 2 y 3), y se consideran viables para el desarrollo de actividades urbanas o productivas, conforme a las dinámicas territoriales existentes y a la compatibilidad definida en los ordenamientos ecológicos.

Tabla 37. Caracteristicas de la UGT-APT-01

UGT-APT-01:

CLAVE UGT	DESCRIPCIÓN	ORIENTACIÓN ESTRATÉGICA O NORMATIVA RELACIONADA CON EL APROVECHAMIENTO TERRITORIAL
UGT-APT-01	Sectores donde es factible el aprovechamiento en áreas prioritarias y perímetros de contención vial, excluyendo el Área Urbanizada correspondiente a las localidades estratégicas preexistentes localizadas al interior de estos sectores	• Aprovechamiento urbano y productivo condicionado a los usos o actividades compatibles o permitidas que se establezcan en los ordenamientos ecológicos y programas de desarrollo urbano en congruencia con la aptitud territorial; • Reconocimiento de asentamientos rurales preexistentes; • Las dinámicas de aprovechamiento urbano o productivo preexistentes o proyectadas con fines de desarrollo económico de las comunidades, deberán garantizar el desarrollo sustentable de las actividades humanas que conduzca a un bajo impacto ambiental; • En caso de aprovechamiento territorial, la localización preferente de usos y actividades deberá realizarse al interior de las UGT de aprovechamiento prioritario (UGT-APR-01) o de contención vial (UGT-VIAL); • Los ordenamientos ecológicos locales o programas de desarrollo urbano establecerán las disposiciones para ordenar la incorporación de la superficie al interior y exterior de las UGT de aprovechamiento prioritario (UGT-APR-01) o de contención vial (UGT-VIAL), a las dinámicas de aprovechamiento territorial, debiendo justificar la incorporación de las superficies al exterior; asimismo dichos ordenamientos deberán garantizar la congruencia de los usos y actividades los ordenamientos ecológicos aplicables;

Continúa UGT-APT-01	Continúa descripción	• Acciones prioritarias: 1) elaborar o actualizar ordenamientos ecológicos o programas de desarrollo urbano para promover el aprovechamiento sustentable, la ocupación ordenada y el crecimiento urbano sostenible, 2) crear reglamentos o disposiciones específicas para la promover un aprovechamiento sustentable donde sea factible el aprovechamiento territorial, y 3) fortalecer los mecanismos de coordinación, gestión y regulación para el control de las actividades humanas en el territorio, y4) planificar y gestionar obras de infraestructura regional y productiva que promuevan el desarrollo urbano y económico en Yucatán.

Unidades de Gestión Territorial derivadas de la UGT-APT-01

Sectores donde es factible el aprovechamiento urbano o productivo en áreas prioritarias y perímetros de contención vial, excluyendo el Área Urbanizada correspondiente a las localidades estratégicas preexistentes localizadas al interior de estos sectores, garantizando el desarrollo de actividades compatibles o permitidas conforme a los ordenamientos ecológicos y programas de desarrollo urbano en congruencia con la aptitud territorial. Se diferencian dos tipos: UGT-APT- 01-A y UGT-APT-01-S.

UGT-APT-01-S: Áreas con impulso preferente de actividades productivas estratégicas en congruencia con las tendencias de localización actual y compatibilidad con los ordenamientos ecológicos existentes. Estas áreas incluyen zonas de pesca, comercio-servicios, industria, turismo, agricultura y ganadería. Incluye el territorio para localizar proyectos estratégicos, entendidos como los de impacto urbano-regional o de inversión económica programados, cuya política pretende fomentar una planeación específica y estratégica para los sectores territoriales donde se insertarán los proyectos enunciados, así como minimizar las externalidades negativas y potencializar sus beneficios.

Tabla 38. Identificación de las Unidades de Gestión Territorial

UGT	Política o lineamiento territorial	Implicación para Ciudad Renacimiento
UGT-APT-01	Unidad primaria con política prioritaria de aprovechamiento. Comprende sectores donde puede resultar factible el aprovechamiento urbano o productivo, sujeto a la aptitud territorial y a los instrumentos de ordenamiento aplicables.	La ubicación en esta unidad permite analizar el uso habitacional y la infraestructura propuesta.
UGT-APT-01-S	Unidad secundaria que impulsa actividades productivas estratégicas y proyectos de impacto urbano-regional, sujetos a planeación	Por su escala, Ciudad Renacimiento puede ser compatible con la función estratégica asignada a esta unidad.

	específica y a la minimización de efectos negativos.	
UGT-APR-01	Unidad secundaria que establece un perímetro de contención para actividades productivas y urbanas respecto de centros de población estratégicos.	Debe acreditarse que la expansión propuesta responde a una lógica de contención y consolidación territorial, y no genera urbanización dispersa ni presión injustificada sobre terrenos no urbanizados.

La siguiente matriz se enfoca en los lineamientos territoriales identificados para las tres UGT y las principales estrategias del Programa.

Tabla 39. Vinculación con el PEOTDUY 2024

UGT o estrategia	Disposición territorial aplicable (síntesis)	Vinculación con el proyecto Ciudad Renacimiento
UGT-APT-01 — Aprovechamiento prioritario	Orienta el aprovechamiento urbano o productivo hacia áreas territorialmente aptas, considerando las restricciones de los instrumentos ecológicos y urbanos.	El proyecto contempla macrolotes habitacionales y obras de urbanización. Las superficies destinadas a viviendas, vialidades e infraestructura se encuentran en zonas aptas y el uso habitacional es admisible conforme a la planeación vigente.
UGT-APT-01-S — Actividades y proyectos estratégicos	Promueve la localización planificada de actividades productivas y proyectos estratégicos de impacto urbano-regional, procurando reducir sus externalidades negativas.	Por su magnitud, el proyecto evalúa sus efectos regionales sobre movilidad, servicios, disponibilidad hídrica, saneamiento y ocupación del suelo.
UGT-APR-01 — Contención territorial	Establece un ámbito de contención para orientar las actividades urbanas y productivas respecto de centros de población estratégicos.	El proyecto considera su relación espacial del desarrollo con Ucú y otros centros de población, identificando las conexiones viales, la continuidad urbana y las medidas para evitar la dispersión de asentamientos.
Estrategia I — Consolidación urbano-regional de asentamientos humanos	Promueve el fortalecimiento de los asentamientos mediante infraestructura, equipamiento y servicios públicos.	El desarrollo propone la suficiencia y oportunidad de la infraestructura de agua potable, saneamiento, electricidad y vialidades para atender las 13,876 viviendas proyectadas.
Estrategia IV — Prevención de conflictos territoriales	Orienta la planeación hacia la reducción de riesgos y conflictos derivados de la ocupación del territorio.	En los siguientes apartados, se analizan los riesgos por inundaciones, cavidades kársticas, hundimientos y fenómenos hidrometeorológicos, además de las

		posibles interferencias con usos existentes del suelo.
Estrategia V — Fortalecimiento de la movilidad regional	Busca mejorar la conectividad, accesibilidad y movilidad entre centros de población.	Las viviendas, se integran funcionalmente con la red vial existente.
Estrategia VI — Unidades de Gestión Territorial	Establece el modelo de gestión territorial para orientar la localización de actividades y proyectos.	La distribución de viviendas se ha analizado con las tres UGT identificadas para determinar las disposiciones aplicables a cada superficie.
Estrategia VII — Gestión y coordinación territorial	Promueve la coordinación institucional para ejecutar la planeación y regular las acciones urbanísticas.	El promovente considera la gestión de las autorizaciones y factibilidades urbanísticas, ambientales y de servicios ante las autoridades competentes, conforme a las etapas del proyecto.

En conclusión, con la vinculación, el Programa Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Yucatán (PEOTDUY), aprobado mediante el Decreto 783/2024, constituye un instrumento de planeación que establece las directrices para orientar el aprovechamiento territorial, el desarrollo de los asentamientos humanos y la localización de actividades productivas y de infraestructura en el Estado de Yucatán.

Conforme a la identificación territorial del Desarrollo Inmobiliario de Usos Mixtos denominado “Ciudad Renacimiento”, el proyecto se encuentra comprendido en ámbitos correspondientes a las unidades UGT-APT-01, UGT-APT-01-S y UGT-APR-01.

La UGT-APT-01 corresponde a una unidad primaria con política de aprovechamiento prioritario, en la cual se contempla la posibilidad de desarrollar actividades urbanas o productivas conforme a la aptitud territorial y las disposiciones de los instrumentos de ordenamiento aplicables.

Por su parte, la UGT-APT-01-S constituye una unidad secundaria orientada al impulso de actividades y proyectos estratégicos, cuya localización debe responder a criterios de planeación territorial y a la prevención de efectos negativos sobre el entorno.

La UGT-APR-01 establece un ámbito de contención territorial para orientar la localización de actividades urbanas y productivas respecto de centros de población estratégicos.

El proyecto contempla la construcción de 13,884 viviendas distribuidas en macrolotes. Por sus características, su ejecución deberá considerar las estrategias de consolidación urbano-regional, fortalecimiento de la movilidad, prevención de riesgos y gestión territorial previstas en el PEOTDUY.

En consecuencia, la vinculación del proyecto con el PEOTDUY 2024 se considera sujeta a la acreditación de su compatibilidad territorial y urbanística, mediante el análisis de las disposiciones específicas de las UGT involucradas, la delimitación de las superficies de intervención y la obtención de las autorizaciones correspondientes.

La Estrategia del Programa Tiene como fin controlar el crecimiento urbano y los usos del suelo para lograr el desarrollo sustentable y un municipio competitivo, procurador de su desarrollo, en el que se impulse la actividad económica, la productividad y conectividad, se aminore el rezago en la vivienda, y se consolide la urbanización, que contribuya a mejorar, la calidad de vida de sus habitantes, con el respeto y aprovechamiento del patrimonio histórico y arqueológico, el medio ambiente y su identidad cultural, procurando entornos con alto grado de habitabilidad.

POLÍTICAS DE DESARROLLO URBANO

El Programa soporta su estrategia en Políticas Urbanas de Conservación, Mejoramiento, Consolidación, Impulso, Crecimiento y Control. El uso de suelo del proyecto CIUDAD RENACIMIENTO, se fundamenta en la política de crecimiento por su característica principal de asentamientos humanos.

POLÍTICA DE CRECIMIENTO

Consiste en la ocupación del territorio ubicado al interior del área urbana programada, definida como el área que mejor aptitud presenta para el crecimiento de los asentamientos humanos, así como en aquellas áreas destinadas a reserva para el crecimiento, cuya ocupación estará planeada por plazos o períodos de tiempo. Los criterios aplicables a esta política son los siguientes:

• Promover que la población local no tenga que emigrar y crear las condiciones para atraer más población, dentro de un crecimiento sano y regulado.

• Atraer fuentes buenas de empleo.

• Establecer y ejecutar proyectos detonantes para fomentar el uso habitacional en las zonas de patrimonio histórico y en áreas con aptitud del suelo para los asentamientos humanos, procurando que los desarrollos habitacionales nuevos generen un mejor desarrollo económico para el municipio, siempre en el marco del cumplimiento de la normatividad correspondiente.

• Promover el desarrollo de proyectos detonantes, que refuercen y multipliquen las áreas verdes públicas con cubierta vegetal y los equipamientos e infraestructuras que mejoren los servicios que se ofrecen a los habitantes del Municipio y de la región. Dando prioridad a los equipamientos educativos, turísticos, culturales, de salud y deportivos.

• Apoyar la atracción de inversión privada en la zonificación secundaria del municipio en áreas disponibles para el desarrollo de proyectos que fomenten al Municipio como punto de comercio, agroturismo, industrialización y tecnificación de la producción primaria para generar mayores empleos en el medio rural.

• Apoyar el Desarrollo de la incubación de empresas en actividades económicas estratégicas.

• Apoyar la incubación y el desarrollo de empresas basadas en la innovación.

• Apoyar el desarrollo de la industria de tecnologías de la información.

• Generar patrones de diseño urbano, que en su estructura y elementos del paisaje fomenten la identidad con la cultura y tradiciones de la región, tanto al interior de los asentamientos existentes como de nuevos desarrollos

• Promover con los organismos y dependencias correspondientes, programas de crédito para mejoramiento y ampliación de vivienda existente y para vivienda nueva en contextos históricos, vernáculos y en zonas del área urbana programada.

• Evitar obras que provoquen el desalojo de la población original

• Lograr la integración de la estructura urbana de nuevos desarrollos con los asentamientos existentes, procurando la integración y el arraigo entre su población.

• Fomentar, la ciudad compacta, con mayor densidad de población y actividad económica.

• Utilizar la Guía para la Densificación de la Ciudad interior de CONAVI, para desarrollar proyectos de densificación.

• Propiciar el aprovechamiento de la infraestructura y la vivienda como instrumentos de conducción del desarrollo urbano.

ESTRATEGIA DEL PROGRAMA

La Estrategia del Programa está enfocada a lograr un municipio competitivo, que aproveche su infraestructura vial, su movilidad funcional, el potencial de su patrimonio histórico y las ventajas de su localización estratégica; que sea gestor de su desarrollo al implementar instrumentos de planeación urbana, en la administración municipal, que contribuyan a elevar la productividad, la generación de inversiones, el desarrollo de negocios y desarrollos inmobiliarios, que generen empleos locales, disminuyan el rezago habitacional y eleven la calidad de vida de los habitantes de Ucú; que controle el crecimiento urbano y los usos del suelo en el marco del respeto y aprovechamiento de sus áreas naturales, corredores biológicos, zonas de preservación ecológica y de su patrimonio histórico representado por la permanencia de sus monumentos religiosos, haciendas y vestigios arqueológicos, y de su identidad cultural reflejada en los contextos generados por la presencia de vivienda vernácula e histórica; y que procure ante todo entornos con alto grado de habitabilidad, que disminuyan su vulnerabilidad ante fenómenos hidrometeorológicos y que sean incluyentes. Para lo cual las estrategias están organizadas en función de los fines que persiguen.

En este sentido, el proyecto se apega con la estrategia con respecto a la DOTACIÓN DE VIVIENDA.

ESTRATEGIA Y ACCIONES RESPECTO A LA DOTACIÓN DE VIVIENDA Se considera que la vivienda no sólo es parte fundamental del patrimonio de las familias, sino también elemento vital para el crecimiento ordenado de las ciudades, por lo que es de gran importancia que el municipio cuente con zonas aptas para el desarrollo de la vivienda, más aún cuando tanto la política federal como la estatal en materia de vivienda, promueven la atención responsable del rezago habitacional, por lo que es necesario impulsar alternativas en el municipio que coadyuven a abatir este rezago, no sólo considerando la demanda interna o el rezago habitacional municipal, sino el rezago habitacional a nivel región. Entre estas alternativas está el impulso a proyectos que fomenten el crecimiento urbano ordenado y la gestión de créditos y subsidios para la construcción y mejoramiento de la vivienda, el impulso al desarrollo de un nuevo modelo de atención de necesidades de vivienda para distintos segmentos de

la población y la atención a la población no cubierta por la seguridad social o que están fuera de los esquemas de financiamiento tradicionales. Además de lo ya señalado, la estrategia y las acciones respecto a la dotación de vivienda, están orientadas a lograr un crecimiento deseable en el municipio, a aplicar programas de apoyo a la vivienda, y a regular la densidad y densificación habitacional.

Crecimiento Deseable

Considerando esto, se han generado en el Programa 5 zonas, donde es posible desarrollar vivienda, las primeras 2 zonas consideran el interior de las manchas de asentamientos humanos de la cabecera y la localidad de Yaxché, las que en zonificación secundaria se denominan Habitacional y Mixto de Mediana Densidad (HMD) y Habitacional Rural de Baja Densidad (HRBD), donde las acciones de vivienda estarán enfocadas principalmente a la construcción, ampliación y mejora de vivienda y el reemplazo de la vivienda en suelo propio y donde aplican las políticas de mejoramiento y consolidación que promueve el presente programa. Una tercera zona es la zona colindante a las manchas de los asentamientos humanos de la cabecera y la localidad de Yaxché, que en zonificación secundaria se denomina Habitacional de Baja Densidad (HBD), donde aplica la política de crecimiento que promueve el Programa y se considera una zona para el crecimiento natural de la población de los poblados. Donde las acciones de vivienda estarán enfocadas principalmente a la construcción, ampliación y mejora de vivienda y el reemplazo de la vivienda en suelo propio. Alrededor de estas 3 primeras zonas existe un polígono denominado “Límite de la mancha urbana” que delimita la zona de crecimiento natural de la cabecera de Ucú y de Yaxché.

Y la cuarta y la quinta zona en zonificación secundaria se denominan Zona de Uso Mixto (ZUM) y Área Urbana para Nuevos Desarrollo (AUND), donde aplica la política de crecimiento que promueve el presente Programa. En estas zonas se puede optar por una variedad de tipos de vivienda, pueden ser casas unifamiliares, multifamiliares, edificios de apartamentos, edificios de usos mixtos, viviendas arriba de tiendas o servicios básicos, para que tanto los jóvenes y los adultos mayores, los solteros y las familias de diversos tipos y clases sociales puedan encontrar un lugar para vivir. En estas zonas el reto es crear condiciones para acercar los beneficios de la urbanización a las localidades rurales existentes y fomentar un mayor acceso a servicios públicos y a las oportunidades de superación. En este sentido, los Desarrollos Certificados o Polígonos Urbanos Estratégicos (antes Desarrollos Urbanos Integrales Sustentables, DUIS), estrategia del gobierno federal que promueve proyectos urbanos para atender la demanda de vivienda mediante la maximización de los servicios públicos y la minimización de los impactos negativos, son una opción en el Municipio, para promover proyectos urbanos que fomenten la participación de los tres órdenes de gobierno, así como del sector social y privado, que promueven el crecimiento ordenado, la renovación urbana y nuevos desarrollos habitacionales que cuenten con todos los servicios y equipamientos requeridos para fomentar la vivienda sustentable. Los Desarrollos Certificados o Polígonos Urbanos Estratégicos pueden ser desarrollados en la Zona de Uso Mixto (ZUM), en el Área Urbana para Nuevos Desarrollo (AUND), en la zona reservada para el crecimiento natural de los poblados (HBD) o bien en el interior de la mancha de asentamientos humanos de la cabecera de Ucú, donde existan zonas deterioradas y suelos baldíos, mediante proyectos de densificación y de regeneración urbana.

En las zonas de asentamiento y crecimiento de los poblados se procurará la conservación de los patrones tipológicos, propios de la vivienda rural, como lo son los terrenos amplios con posibilidad de producción agropecuaria de traspatio para autoconsumo, las características arquitectónicas mixtas,

que comprenden desde la vivienda vernácula maya, la histórica de la época henequenera y expresiones contemporáneas, reflejo éstas últimas de las posibilidades económicas de sus habitantes.

Se fomentará el uso de centros de barrio como parte integral de la estructura de los nuevos desarrollos. Se fomentará que los nuevos desarrollos, incorporen usos de diversos tipos como lugares de trabajo, de intercambio comercial, de eventos comunitarios y lugares de recreación. Se fomentará el uso de espacios abiertos que incorporen elementos de confort climático en su diseño, y den prioridad a los desplazamientos peatonales y no motorizados, que funcionen a manera de red de interconexión, de equipamientos y usos recreativos.

MODIFICACIÓN AL PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO DEL MUNICIPIO DE UCÚ, YUCATÁN, (11 DE OCTUBRE DE 2022)

AREA URBANA PARA NUEVOS DESARROLLOS (AUND)

Zona en la que se podrán establecer desarrollos habitacionales de baja, mediana y alta densidad y usos comerciales, servicios y equipamientos de nivel medio, intermedio, de ciudad o regional. Se fijará una Densidad de Población de 240 Hab/Ha en baja densidad, 320 Hab/Ha en mediana densidad y 360 Hab/Ha en alta densidad. Coeficiente de Ocupación del Suelo (COS) del 80%. En cada uno de los predios de los desarrollos habitacionales y de los predios individuales de esta área urbana, se deberá destinar un mínimo de 20% del predio para área verde con cubierta vegetal arbolado.

DENSIDADES Y OCUPACIÓN DE LAS ZONAS Para el caso de las áreas de la zonificación secundaria en donde se permite el uso habitacional, se considerará que la Densidad de Población Máxima Permitida es el término utilizado para establecer la concentración máxima de habitantes autorizable en una superficie determinada, de acuerdo con la siguiente relación:

Tabla 40. Densidad de Población Máxima por zonas y vialidades

Zona	Densidad de Población Máxima (Hab./Ha.)
Habitacional Rural de Baja Densidad	50
Habitacional de Baja Densidad	50
Habitacional y Mixta de Mediana Densidad	150
Zona de Uso Mixto	300
Área Urbana Para Nuevos Desarrollos	360
Centro Histórico	150
Patrimonio histórico (Hacienda)	150
Vialidad de Bajo Impacto	150
Vialidad Primaria de Mediano Impacto	300
Vialidad Primaria de Alto Impacto	300

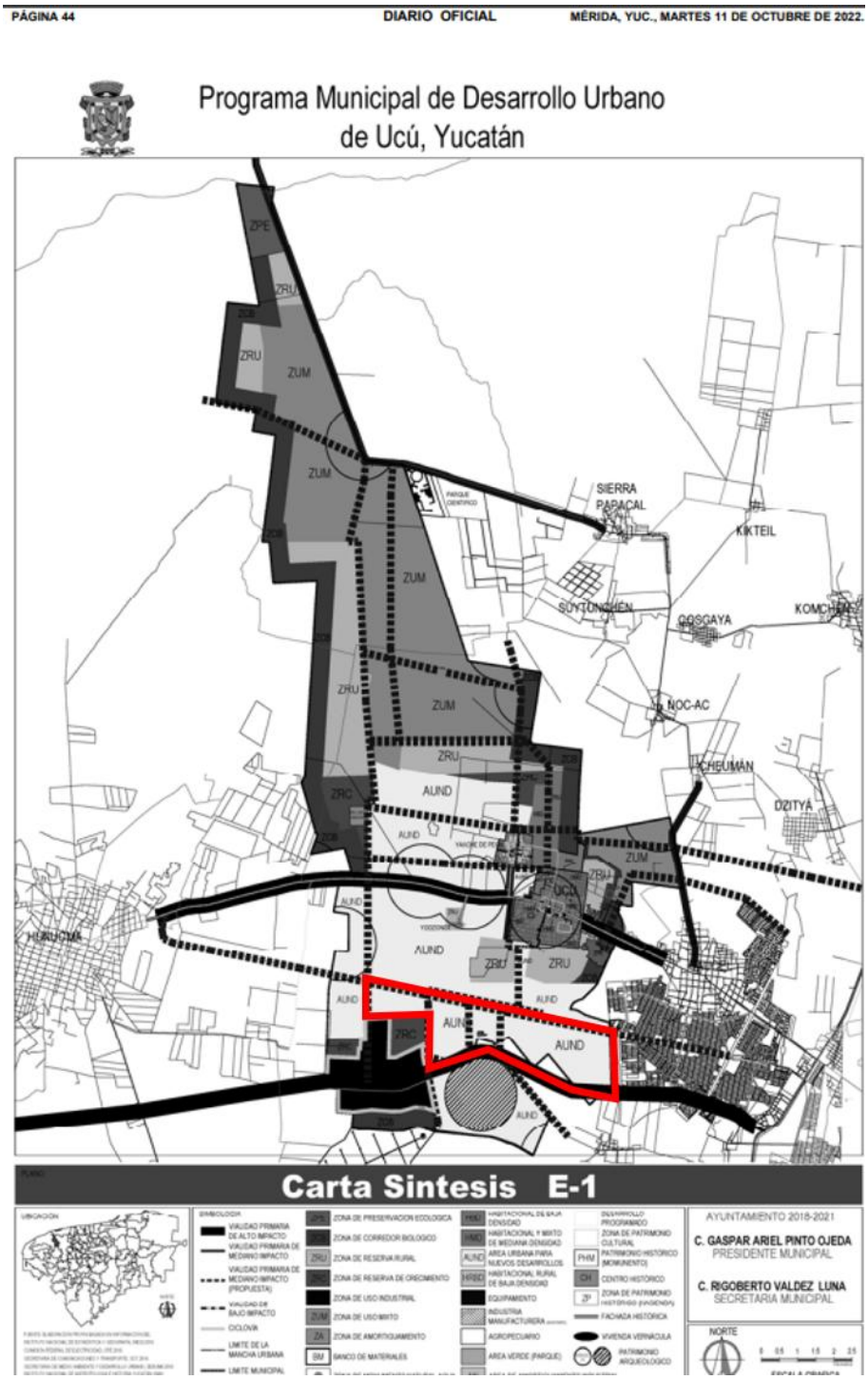


Figura 15. Mapa de ubicación del proyecto de acuerdo con la carta síntesis E-1

El proyecto CIUDAD RENACIMIENTO se ubica en el ÁREA URBANA PARA NUEVOS DESARROLLOS (AUND)

Tabla 41. Tabla de zonificación

AYUNTAMIENTO DE UCÚ 2021-2024

PROGRAMA MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DE UCÚ

ANEXO 2. TABLA DE ZONIFICACION

ZONAS Y VIALIDADES	CLAVE
HABITACIONAL RURAL DE BAJA DENSIDAD	HRBD
HABITACIONAL DE BAJA DENSIDAD	HBD
HABITACIONAL Y MIXTA DE MEDIANA DENSIDAD	HMD
ZONA DE USO MIXTO	ZUM
AREA URBANA PARA NUEVOS DESARROLLOS	AUND
VIALIDAD DE BAJO IMPACTO	VBI
VIALIDAD PRIMARIA DE MEDIANO IMPACTO	VMI
VIALIDAD PRIMARIA DE ALTO IMPACTO	VAI
CENTRO HISTORICO	CH
ZONA DE PATRIMONIO HISTORICO HACIENDA	ZP
ZONA DE PRESERVACION ECOLOGICA	ZPE
ZONA DE CORREDORES BIOLOGICOS	ZCB
ZONA DE RESERVA RURAL	ZRU
ZONA DE RESERVA DE CRECIMIENTO	ZRC
ZONA DE USO INDUSTRIAL	ZUI
ÁREA DE AMORTIGUAMIENTO INDUSTRIAL	AAI

El proyecto recae en el ÁREA URBANA PARA NUEVOS DESARROLLOS (AUND) y de acuerdo con la tabla de compatibilidades, el proyecto es PERMITIDO.

Tabla 42. Compatibilidades de usos y destinos del suelo

PÁGINA 22 DIARIO OFICIAL MÉRIDA, YUC., MARTES 11 DE OCTUBRE DE 2022.

AYUNTAMIENTO DE UCÚ 2021-2024

PROGRAMA MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DE UCÚ

ANEXO 1. TABLA DE COMPATIBILIDADES DE USOS Y DESTINOS DEL SUELO

SIMBOLOGÍA
Uso Permitido: S
Uso No Permitido: N
Uso Condicionado: C

	HABITACIONAL	HRBD	HBD	HMD	ZUM	AUND	VBI	VMI	VAI	CH	ZP	ZPE	ZCB	ZRU	ZRC	ZUI	AAI
1	DEPARTAMENTOS HABITACIONALES HORIZONTALES	N	C	C	S	S	C	C	C	C	C	N	N	N	N	N	N
2	DEPARTAMENTOS HABITACIONALES VERTICALES	N	N	N	S	S	N	C	C	N	N	N	N	N	N	N	N
3	DESARROLLO HABITACIONAL	N	C	C	S	S	C	C	N	N	C	N	N	N	N	N	N
4	VIVIENDA MULTIFAMILIAR HORIZONTAL	N	C	C	S	S	C	C	C	N	C	N	N	N	N	N	N
5	VIVIENDA MULTIFAMILIAR VERTICAL	N	N	N	S	S	N	C	C	N	N	N	N	N	N	N	N
6	VIVIENDA UNIFAMILIAR	S	S	S	S	S	C	C	N	S	S	N	N	N	N	N	N

VINCULACIÓN

De acuerdo con la Modificación al Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de Ucú, Yucatán, publicada el 11 de octubre de 2022, y conforme a la cartografía de la Carta Síntesis E-1, el polígono del proyecto Desarrollo Inmobiliario de Usos Mixtos denominado *CIUDAD RENACIMIENTO* se localiza en una zona clasificada como Área Urbana para Nuevos Desarrollos (AUND).

Esta clasificación territorial permite establecer una congruencia entre la naturaleza del proyecto y la orientación de crecimiento urbano prevista en el instrumento municipal, toda vez que el desarrollo contempla la construcción de 13,876 viviendas.

En este sentido, la ubicación del proyecto dentro del AUND resulta favorable desde el punto de vista de la planeación territorial, al corresponder a un área identificada para la incorporación de nuevos desarrollos urbanos. No obstante, su ejecución deberá observar las disposiciones específicas del Programa en materia de usos del suelo, densidades habitacionales, infraestructura, servicios y demás parámetros urbanísticos aplicables, así como obtener las autorizaciones correspondientes.

Por lo anterior, se considera que el proyecto presenta compatibilidad territorial preliminar con la Modificación al Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de Ucú, en virtud de su ubicación dentro del Área Urbana para Nuevos Desarrollos (AUND), quedando su cumplimiento definitivo sujeto a la acreditación de las disposiciones urbanísticas y ambientales aplicables.

2.1.6. Áreas naturales protegidas, áreas destinadas voluntariamente a la conservación y sus programas de manejo

De acuerdo con la ubicación geográfica del proyecto Desarrollo Inmobiliario de Usos Mixtos denominada CIUDAD RENACIMIENTO y su relación espacial con las Áreas Naturales Protegidas (ANP) de competencia federal, estatal y municipal, el polígono del proyecto no se encuentra dentro de ninguna Área Natural Protegida decretada. En consecuencia, no está sujeto a las disposiciones específicas de los decretos de creación y programas de manejo de dichas áreas. No obstante, el proyecto deberá cumplir con la legislación ambiental vigente y las disposiciones de los instrumentos de ordenamiento ecológico y territorial aplicables, a fin de prevenir, mitigar y compensar los impactos ambientales derivados de su ejecución.

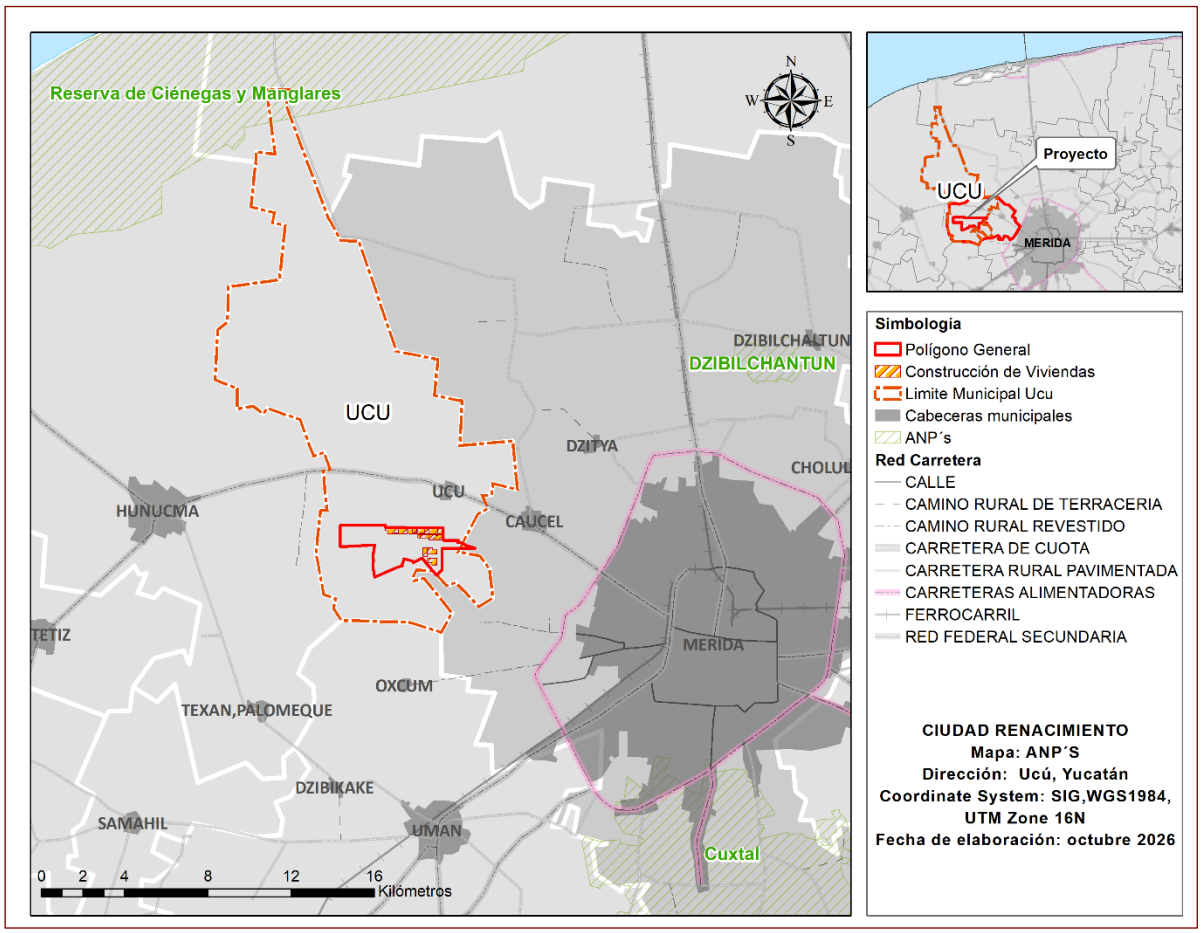


Figura 16. Mapa de ubicación de ANP´s respecto al proyecto

2.1.7. Normas Oficiales Mexicanas

Considerando las 13,876 viviendas, la infraestructura potable y eléctrica, las posibles afectaciones a la vegetación y fauna silvestre, las NOM deben analizarse por componente ambiental y por etapa del proyecto.

La siguiente selección distingue las normas de aplicación directa de aquellas cuya obligatoriedad depende de las características definitivas de las obras, el tipo de descarga o los residuos generados.

Tabla 43. Vinculación con las Normas Oficiales Mexicanas aplicables

Norma Oficial Mexicana	*Materia que regula*	*Vinculación con el proyecto Ciudad Renacimiento*
NOM-059-SEMARNAT-2010	*Identificación de especies nativas de flora y fauna silvestres en categorías de riesgo.*	*Los inventarios de flora y fauna deberán identificar las especies incluidas en la NOM y establecer medidas específicas de protección, rescate y manejo, según corresponda.*
NOM-001-SEMARNAT-2021	*Límites permisibles de contaminantes en descargas de aguas residuales a cuerpos receptores propiedad de la nación.*	*Los sistemas de tratamiento deberán diseñarse y operarse considerando los límites aplicables al cuerpo receptor autorizado. La eventual inyección de efluentes al subsuelo requiere una evaluación adicional de su viabilidad y permisos.*
NOM-003-SEMARNAT-1997	*Calidad de aguas residuales tratadas que se reutilizan en servicios al público.*	*Aplicará si el agua tratada se utiliza para riego de parques, áreas verdes públicas u otros servicios comprendidos en su campo de aplicación.*
NOM-004-SEMARNAT-2002	*Aprovechamiento y disposición final de lodos y biosólidos.*	*Los lodos generados por los sistemas d etratamientos deberán caracterizarse y manejarse conforme a sus especificaciones, cuando les resulte aplicable.*
NOM-052-SEMARNAT-2005	*Identificación y clasificación de residuos peligrosos.*	*Se deberán identificar y manejar adecuadamente aceites usados, solventes, pinturas y otros residuos que puedan generarse durante la construcción y mantenimiento.*
NOM-161-SEMARNAT-2011	*Clasificación de residuos de manejo especial y determinación de aquellos sujetos a planes de manejo.*	*Se evaluará la generación de residuos de construcción y demolición y la obligación de elaborar los planes de manejo correspondientes.*

NOM-083-SEMARNAT-2003	*Especificaciones ambientales para sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.*	*El proyecto deberá enviar los residuos que correspondan a sitios autorizados. La norma aplica directamente a los responsables de dichos sitios, no automáticamente al desarrollo habitacional.*
NOM-003-CONAGUA-1996	*Requisitos durante la construcción de pozos de extracción para prevenir la contaminación de acuíferos.*	*En su caso deberán construirse con las medidas técnicas de protección del acuífero.*
NOM-004-CONAGUA-1996	*Protección de acuíferos durante mantenimiento, rehabilitación y cierre de pozos.*	*Se aplicará a las actividades de mantenimiento, rehabilitación o cierre de los pozos de extracción.*
NOM-001-CONAGUA-2011	*Hermeticidad de sistemas de agua potable, tomas domiciliarias y alcantarillado sanitario.*	*Las redes hidráulicas y sanitarias deberán someterse a las pruebas y especificaciones aplicables para evitar fugas y contaminación del subsuelo.*
NOM-127-SSA1-2021	*Límites permisibles de calidad del agua para uso y consumo humano.*	*El sistema de abastecimiento deberá garantizar que el agua suministrada a las viviendas cumpla los parámetros de calidad establecidos.*
NOM-179-SSA1-2020	*Control de la calidad del agua distribuida por sistemas de abastecimiento.*	*Deberán establecerse procedimientos de control, monitoreo y vigilancia de la calidad del agua suministrada, conforme al campo de aplicación de la norma.*
NOM-014-CONAGUA-2003	*Requisitos para recarga artificial de acuíferos con agua residual tratada.*	*Deberá evaluarse su aplicación si los pozos de inyección de efluentes tratados se diseñan como obras de recarga artificial del acuífero.*
NOM-015-CONAGUA-2007	*Infiltración artificial de agua a los acuíferos.*	*Su aplicación dependerá del tipo de obras de infiltración proyectadas y de las características y procedencia del agua infiltrada.*

2.2. Localidades con población indígena

Considerando que el proyecto se localiza en el municipio de Ucú, Yucatán, resulta especialmente relevante analizar la presencia de población maya en las localidades cercanas, utilizando información oficial del INEGI y del Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas (INPI).

La identificación debe distinguir entre la población que se reconoce como indígena, la población hablante de lengua indígena y las localidades clasificadas como indígenas conforme a la metodología oficial.

En este sentido, de acuerdo con el Catálogo Nacional de Pueblos y Comunidades Indígenas y Afromexicanas, en Ucú, Yucatán se ubican 2 comunidades que hablan Maya, las cuales se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 44. Localidades con población indígena en las que incide el proyecto y/o su zona de influencia

Estado(s)	Municipio(s)	Localidad(es)
Yucatán	Ucú	San Antonio Yaxché
Yucatán	Ucú	Ucú





San Antonio Yaxché

Nombre Comunidad: **Pueblo Indígena:**

Información

Nombre de la comunidad
San Antonio Yaxché

Pueblo	Región	Número registro
Maya	Región Maya de Yucatán	20223110000030001

Entidad federativa	Municipio	Localidad
(31) Yucatán	(100) Ucú	(0003) Yaxché de Peón

Unidad administrativa
Oficina de Representación en Yucatán

Datos Generales | Territorio | Cultura e Identidad | Político | Jurídico | Social | Economía | Observaciones | Datos Registrales

Nombre de la comunidad en lengua indígena
San Antonio Yaxché

Significado de los nombres de la comunidad
Yaxché, que en idioma maya significa ceiba o ceibo.

Pueblos que la conforman
Maya

Autodenominación del pueblo
Maya peninsular.

Tipo de comunidad

Según el pueblo	Con relación al número de asentamientos que lo conforman	Con relación al hábitat en el que se encuentra	Con relación a la antigüedad del asentamiento
Indígena	Nuclear	Rural	Asentamiento tradicional

Localidad sede

Entidad federativa	Municipio	Localidad	Latitud	Longitud	Altitud
(31) Yucatán	(100) Ucú	(0003) Yaxché de Peón	21.044963000000	-89.756743000000	5

Número de asentamientos que tiene la comunidad

Asentamientos	Cantidad
Comisarías	1

Listado de asentamientos que forman parte de la comunidad

Nombre	Entidad federativa	Municipio	Localidad	Latitud	Longitud	Altitud	Categoría administrativa	Población total
San Antonio Yaxché	Yucatán	Ucú	Yaxché de Peón	21.044963000000	-89.756743000000	5	Comisaría municipal.	910

Estimación de la población total de la comunidad: 910

El dato corresponde con la suma de la población de asentamientos y localidades únicas, conforme a la información censal por localidad y AGEB urbana, INEGI, 2020.

La comunidad pertenece a alguna asociación, congregación, unión u otro tipo de forma o figura asociativa a nivel regional: No

Ubicación

Estimación de la población total de la comunidad: 910

El dato corresponde con la suma de la población de asentamientos y localidades únicas, conforme a la información censal por localidad y AGEB urbana, INEGI, 2020.

La comunidad pertenece a alguna asociación, congregación, unión u otro tipo de forma o figura asociativa a nivel regional: No

Ubicación



Descripción del territorio

Yaxché de Peón probablemente tenga una comunidad pequeña y apacible, donde la vida cotidiana se desarrolla en torno a la agricultura, la artesanía y otras actividades tradicionales. La cocina local seguramente reflejará la rica herencia culinaria de la región, con platos basados en ingredientes locales como el maíz, el frijol y el chile. La comunidad es conocida por la presencia de personas reconocidas como artistas locales, como bailarines y cantantes. La comunidad vecina de Yaxché de Peón es la localidad de Ucú y Caucel. Mantienen estrechas relaciones con Ucú, Caucel, Hunucmá, Dzitiá y Komchén por motivos religiosos y festivos. Con Mérida, Caucel y Hunucmá tienen una relación comercial, laboral y por acceso a los servicios de salud.

En la comunidad no cuentan con una comisaría ni una caseta de policía, ya que no hay policías. En este tema y en otros dependen de la cabecera municipal, que es Ucú. En el caso de las calles no cuentan con calles pavimentadas. En los terrenos de Yaxché hay vestigios de ruinas mayas y cuatro aguadas que se usan para dar agua de beber a los ganados: Tztoltak, Tzatz, Sabacalá (la más grande) y Sapa.

La comunidad se conforma en torno a la Hacienda henequenera del mismo nombre. Ésta data de 1853 era propiedad de Don Manuel José Peón y posteriormente de Augusto Peón. Se dice que tanto la iglesia, la desfibradora, la casa principal y las bodegas fueron diseñados por arquitectos italianos, y que los mecánicos de la fábrica también venían de dicho país.

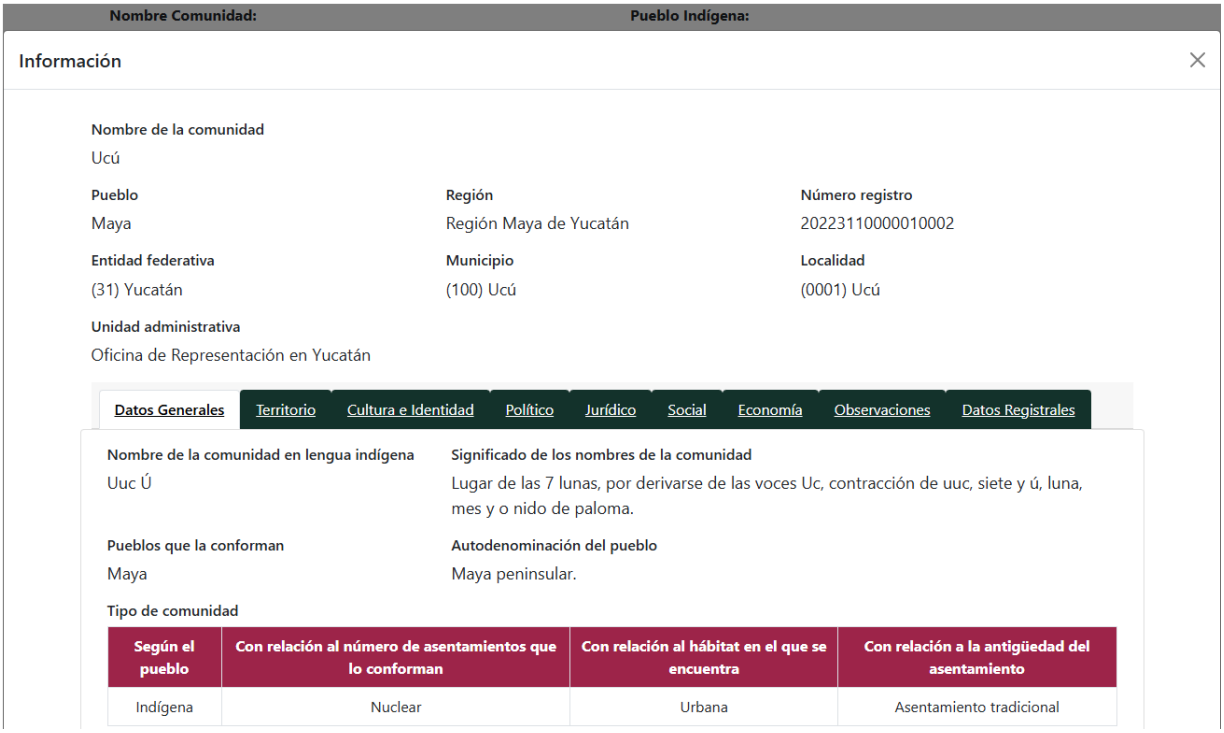
Durante los años que funcionó, los dueños trajeron gente de San Luis Potosí y de Corea para trabajar como peones en la hacienda. Éstos, junto con un pequeño grupo de italianos, fueron los primeros pobladores de la localidad. Hoy en día los apellidos más comunes son Pech, Chan, Uicab, Balam y Yam (procede de Corea). Cuenta con una iglesia católica ubicada en el centro de la comunidad, donde se encuentra el altar de San Antonio el cual fue colocado en 1903. Con la llegada de las tropas revolucionarias de Salvador Alvarado a la península, los pobladores y dueños de la hacienda tuvieron

que esconder al santo patrono, San Antonio de Padua en un hueco en el monte. Ese escondite existe hasta la actualidad.

También se cuentan historias acerca del paso de la emperatriz Carlota por Yaxché de Peón. Dicen que la emperatriz entró por la antigua entrada del pueblo y cruzó la comunidad sin detenerse en ella. Cuentan con preescolar y primaria, cuentan con un parque que se encuentra justo enfrente de la iglesia y también cuenta con algunas tienditas de la comunidad. Cuentan con agua, luz e internet en la comunidad. La comunidad es hábitat de variedad de aves de la región como azulejos, pájaro Toh y Kaues. En cuanto la flora alberga vegetación nativa como Dzidzliché, Tzalam, Jabín, Kitinché y Subin.



Ucú


Nombre Comunidad:
Pueblo Indígena:
Información
Nombre de la comunidad
Ucú
Pueblo
Maya
Región
Región Maya de Yucatán
Número registro
20223110000010002
Entidad federativa
(31) Yucatán
Municipio
(100) Ucú
Localidad
(0001) Ucú
Unidad administrativa
Oficina de Representación en Yucatán
Datos Generales
Territorio
Cultura e Identidad
Político
Jurídico
Social
Economía
Observaciones
Datos Registrales
Nombre de la comunidad en lengua indígena
Uuc Ú
Significado de los nombres de la comunidad
Lugar de las 7 lunas, por derivarse de las voces Uc, contracción de uuc, siete y ú, luna, mes y o nido de paloma.
Pueblos que la conforman
Maya
Autodenominación del pueblo
Maya peninsular.
Tipo de comunidad
Según el pueblo
Con relación al número de asentamientos que lo conforman
Con relación al hábitat en el que se encuentra
Con relación a la antigüedad del asentamiento
Indígena
Nuclear
Urbana
Asentamiento tradicional

Localidad sede

Entidad federativa	Municipio	Localidad	Latitud	Longitud	Altitud
(31) Yucatán	(100) Ucú	(0001) Ucú	21.031734000000	-89.746440000000	6

Número de asentamientos que tiene la comunidad

Asentamientos	Cantidad
Cabecera Municipal.	1

Listado de asentamientos que forman parte de la comunidad

Nombre	Entidad federativa	Municipio	Localidad	Latitud	Longitud	Altitud	Categoría administrativa	Población total
Ucú	Yucatán	Ucú	Ucú	21.031734000000	-89.746440000000	6	Cabecera municipal.	1,121

Estimación de la población total de la comunidad: 1,121

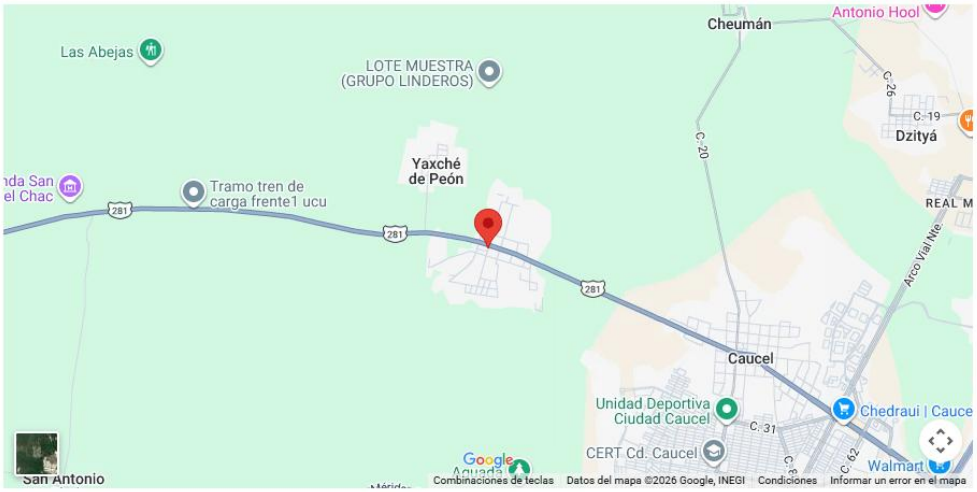
El dato corresponde con la suma de la población de asentamientos y localidades únicas, conforme a la información censal por localidad y AGEB urbana, INEGI, 2020.

Estimación de la población total de la comunidad: 1,121

El dato corresponde con la suma de la población de asentamientos y localidades únicas, conforme a la información censal por localidad y AGEB urbana, INEGI, 2020.

La comunidad pertenece a alguna asociación, congregación, unión u otro tipo de forma o figura asociativa a nivel regional: No

Ubicación



Descripción del territorio

Ucú, un municipio situado al norte del estado de Yucatán, México Es un lugar donde la historia y la cultura se entrelazan de manera fascinante. Su nombre, que en lengua maya significa "Lugar de las 7 lunas", evoca un pasado lleno de misticismo y tradiciones. Desde su fundación en la época precolombina, Ucú ha sido testigo del desarrollo de la civilización maya y ha pasado por diversas etapas, desde el esplendor de esta cultura hasta la llegada de los conquistadores españoles y la posterior colonización. La arquitectura de Ucú es un reflejo de su rico pasado. La Iglesia de San Francisco de Asís, construida en el siglo XVI, se alza como un símbolo de la fe y la herencia colonial. En

sus alrededores se encuentran vestigios de la cultura maya, como el cenote Kankabchén, un oasis natural de aguas cristalinas que invita a la aventura y la contemplación. Más allá de sus atractivos históricos, Ucú ofrece una experiencia cultural vibrante. Sus habitantes, orgullosos de sus raíces, conservan las tradiciones ancestrales, como la elaboración de artesanías y la preparación de platillos típicos de la región. El calendario festivo de Ucú está lleno de color y alegría, destacándose la fiesta de San Francisco de Asís, celebrada el 4 de octubre, que llena las calles de música, bailes tradicionales y comida típica. La economía del municipio se basa principalmente en la agricultura, la ganadería y la apicultura. Estos sectores, junto con una pequeña industria manufacturera, sustentan a la comunidad y contribuyen al desarrollo de la región.

Ucú está registrado en el Registro Agrario Nacional como un Núcleo Agrario con la Clave Única 3114109622479520, con una superficie parcelada de 5.685353 hectáreas y una superficie destinada a uso común de 8047.064651 hectáreas. Ucú no solo es un lugar para visitar, sino un lugar para vivir y sentir la esencia de Yucatán. Su riqueza cultural, su belleza natural y la calidez de su gente lo convierten en un destino ideal para aquellos que buscan una experiencia auténtica y memorable. A pesar de su pasado ancestral, Ucú mira hacia el futuro con optimismo. Las autoridades locales trabajan para impulsar el desarrollo del municipio, preservando al mismo tiempo su patrimonio cultural y natural. Se están implementando iniciativas para fomentar el turismo sostenible, la creación de empleos y la mejora de la calidad de vida de los habitantes.

En cuanto a la educación, Ucú cuenta con una escuela preescolar estatal bilingüe, una primaria federalizada castellanizada y una secundaria estatal castellanizada. Para estudiar el bachillerato, los jóvenes deben trasladarse a Hunucmá, Caucel o Mérida. Además, se cuenta con una biblioteca municipal, el parque principal tiene internet inalámbrico y hay un departamento del INEA que labora en el turno nocturno.

En el ámbito de la salud, hay un dispensario médico con un médico de base y un pasante. Únicamente ofrecen consultas, pero no distribuyen medicamentos. Hay una farmacia particular y consultorios médicos privados. Ante una emergencia, los habitantes deben trasladarse al Seguro Social de Caucel. Las enfermedades más comunes son la diarrea, la fiebre y las infecciones respiratorias. Para aliviar dolencias menores, las personas recurren a remedios caseros.

En la comunidad se hablan tanto el maya como el español. Los adultos y adultos mayores utilizan más la lengua maya para comunicarse, mientras que los niños y jóvenes la entienden, pero no la hablan. La migración hacia la ciudad de Mérida ha influido en el desuso de la lengua maya. En Ucú se practican tres religiones: la católica, que es la mayoritaria, el mormonismo y el presbiterianismo. Todas las religiones cuentan con un templo o iglesia para celebrar sus ceremonias religiosas. La fiesta tradicional del pueblo se celebra el 8 de septiembre en honor a la Señora de la Natividad. Durante tres días se organizan gremios, vaquerías, corridas de toros, novenarios y misas. Los habitantes de Ucú se autodenominan "los de Ucú" o "Ucuilo'ob" y se consideran un pueblo maya porque sus antiguas costumbres y tradiciones se han transmitido de generación en generación. Para las fiestas, se acostumbra a comer platillos con pavo, como el relleno blanco y el relleno negro. Las familias normalmente se alimentan de arroz, frijol, huevo, calabaza, lentejas y carne de pollo.

En épocas de escasez económica, se consume mucha calabaza, tomate y pepita molida. Platillos como puchero de tres carnes, los joroches, el ek y el nikja' ya no se consumen con regularidad debido a que las nuevas generaciones prefieren comidas rápidas. En cuanto a las expresiones culturales, las mujeres bordan prendas en hilo contado para su uso y venta. Las mujeres adultas suelen vestir de hipil,

especialmente durante las fiestas del pueblo y en ocasiones especiales como bodas y quince años. Hay un grupo de jarana que baila las danzas de la cabeza de cochino, las cintas y el torito durante las fiestas. En la comunidad hay varios grupos musicales que tocan instrumentos como el saxofón, la guitarra, el bajo y los teclados, generalmente del género de la cumbia y tropical, que es la música que más se escucha en la comunidad. En cuanto a la ritualidad, es común ofrecer bebidas y alimentos a los montes en señal de respeto y para pedir que la milpa sea fructífera y que los vientos no causen problemas en la cosecha.

En Ucú hay una mujer yerbatera que se encarga de preparar remedios tradicionales con base en plantas medicinales y otros elementos. En la comunidad también existe una pirámide, testimonio del legado maya. La flora local se enriquece con especies emblemáticas como el San Diego, cuyas hojas verdes y delicadas se entrelazan entre el paisaje, y el Coralillo, con su distintivo color y presencia autóctona que marca la identidad vegetal de Ucú. También destacan el Ikabán, una planta local que aporta su belleza y resistencia a las condiciones del entorno, así como la Sandiíta y Chichibé, que complementan la diversidad vegetal con sus formas y colores únicos.

En cuanto a la fauna, Ucú alberga una variedad notable de seres vivos. Desde el majestuoso Flamenco, cuyas siluetas rosadas se reflejan en las aguas cercanas, hasta el Pulpo rojo, misterioso habitante de las profundidades marinas que añade un toque de misterio y vida submarina. El Loro yucateco, con su plumaje vibrante y canto distintivo, simboliza la conexión íntima de la comunidad con sus bosques y selvas. No menos importante son la Boa, serpiente que serpentea entre la vegetación terrestre, y la Rana de árbol y Matraca, que con sus saltos y cantos enriquecen el ambiente natural de Ucú. Los suelos de Ucú presentan una diversidad fascinante que influye directamente en la vida vegetal y animal. Desde los arenosos que dominan las áreas costeras, reflejando la influencia del mar y la salinidad, hasta los arcillosos, que retienen el agua y proporcionan un hábitat propicio para ciertas especies. Los suelos calcáreos, ricos en minerales esenciales como el calcio, caracterizan muchas zonas, junto con las rocas calizas que modelan el paisaje con su presencia robusta y estructural.

2.3. Conclusiones de la vinculación

Derivado del análisis de los instrumentos jurídicos y de planeación ambiental aplicables al proyecto de Desarrollo Inmobiliario de Usos Mixtos denominado “CIUDAD RENACIMIENTO”, ubicado en el municipio de Ucú, Yucatán, se identificaron las disposiciones normativas que regulan el aprovechamiento del territorio, la protección de los recursos naturales, el desarrollo urbano y la prevención de los impactos ambientales asociados con su ejecución.

El proyecto contempla la construcción de 13,876 viviendas, distribuidas en macrolotes. Por sus características y dimensiones, su ejecución se encuentra sujeta al cumplimiento de diversos ordenamientos de competencia federal, estatal y municipal, así como a las Normas Oficiales Mexicanas que resulten aplicables.

En el ámbito federal, el proyecto se vincula principalmente con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, la Ley General de Vida Silvestre, la legislación en materia de aguas nacionales y la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Estos

instrumentos establecen disposiciones para la protección de los ecosistemas, el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, la conservación de la biodiversidad, la prevención de la contaminación y el manejo adecuado de los residuos.

En el ámbito estatal, se identificó la vinculación con la legislación ambiental y de desarrollo urbano del Estado de Yucatán, particularmente con las disposiciones relativas a la protección del medio ambiente, la conservación de la vegetación y fauna silvestre, el manejo integral de residuos, la regulación de los desarrollos inmobiliarios y el ordenamiento territorial.

Respecto de los instrumentos de ordenamiento ecológico, el proyecto se localiza en la Unidad de Gestión Ambiental UGA059-APROV-CHO del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán (POETY 2023), cuya política ambiental corresponde al aprovechamiento sustentable. En dicha unidad, el sector asentamientos humanos se encuentra clasificado como uso condicionado, por lo que la viabilidad ambiental del desarrollo requiere acreditar el cumplimiento de los criterios de regulación ecológica aplicables, especialmente aquellos relacionados con la aptitud del suelo, la cobertura forestal, la protección del acuífero, la disponibilidad de servicios y la prevención de riesgos.

En relación con el Programa Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Yucatán (PEOTDUY 2024), el proyecto se ubica en ámbitos correspondientes a las Unidades de Gestión Territorial UGT-APR-01, UGT-APT-01-S y UGT-APT-01. Por consiguiente, deberá demostrar su congruencia con las políticas y estrategias territoriales de dichas unidades, particularmente en lo referente a la localización de nuevos desarrollos, la contención de la expansión urbana, la conectividad y la disponibilidad de infraestructura y servicios.

Por otra parte, conforme a la Modificación al Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de Ucú, publicada el 11 de octubre de 2022, y de acuerdo con la Carta Síntesis E-1, el polígono del proyecto se encuentra dentro de una superficie clasificada como Área Urbana para Nuevos Desarrollos (AUND). Esta clasificación permite identificar una congruencia territorial preliminar entre la naturaleza habitacional del proyecto y la orientación de crecimiento urbano prevista en el instrumento municipal, sin perjuicio del cumplimiento de los parámetros de zonificación, densidades, usos del suelo y demás disposiciones urbanísticas aplicables.

Asimismo, de acuerdo con la identificación territorial considerada para el proyecto, su polígono no se encuentra dentro de alguna Área Natural Protegida de competencia federal, estatal o municipal. No obstante, esta condición no exime del cumplimiento de las disposiciones relativas a la conservación de los ecosistemas, la protección de especies silvestres y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

En cuanto a las Normas Oficiales Mexicanas, se identificaron disposiciones aplicables a la protección de flora y fauna silvestres, la calidad del agua para uso y consumo humano, la construcción y operación de pozos de abastecimiento, el tratamiento y disposición de aguas residuales, el manejo de lodos y biosólidos y la gestión de residuos. Su observancia deberá integrarse al diseño, construcción, operación y mantenimiento de las obras e infraestructura del desarrollo.

De manera particular, debido a las características del medio físico de la región y a la vulnerabilidad del acuífero kárstico, se considera prioritario acreditar la disponibilidad de agua subterránea, la capacidad de tratamiento de las aguas residuales, la viabilidad ambiental y jurídica de su disposición final y la protección de las zonas de recarga. Asimismo, deberá determinarse la condición forestal de las superficies de intervención y, en su caso, tramitar las autorizaciones correspondientes, sin que estas sustituyan el cumplimiento de las restricciones establecidas en los instrumentos de ordenamiento ecológico.

En conclusión, el análisis de vinculación jurídica permite identificar elementos de congruencia preliminar del proyecto Ciudad Renacimiento con los objetivos de desarrollo urbano y aprovechamiento territorial establecidos en los instrumentos de planeación aplicables, particularmente por su ubicación dentro del Área Urbana para Nuevos Desarrollos (AUND) del municipio de Ucú. Sin embargo, la compatibilidad ambiental y territorial definitiva se encuentra sujeta a la acreditación de los criterios y condicionantes aplicables, especialmente los establecidos para la UGA059-APROV-CHO del POETY 2023, así como a la verificación de la zonificación, las características ambientales del predio, la suficiencia de la infraestructura y la obtención de las autorizaciones que correspondan.

Por lo anterior, la ejecución del proyecto deberá sujetarse a las disposiciones legales vigentes y a las medidas de prevención, mitigación, compensación y seguimiento ambiental que se establezcan en la presente Manifestación de Impacto Ambiental y, en su caso, en la resolución que emita la autoridad competente, con el propósito de prevenir y reducir los impactos ambientales derivados de las actividades proyectadas y favorecer un desarrollo territorial ambientalmente responsable.

3. DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA

Este capítulo se enfoca en la delimitación, descripción, caracterización y diagnóstico de la región ecológica, definida como "la unidad del territorio nacional que comparte características ecológicas comunes" conforme al artículo 3, fracción XXXI de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, considerando los ecosistemas que la conforman y sus elementos bióticos, abióticos, económicos y sociales, así como las problemáticas ambientales existentes a las que se sumarán los efectos de los impactos que generará el proyecto.

Así mismo, el presente apartado tiene como finalidad describir las características ambientales de la región ecológica en la que se pretende desarrollar el proyecto denominado CIUDAD RENACIMIENTO, ubicado en el municipio de Ucú, Yucatán, así como identificar las principales problemáticas ambientales existentes, considerando las condiciones actuales del territorio, los procesos de transformación del entorno y las presiones derivadas de las actividades antropogénicas.

Para ello, se analizarán los componentes físicos, bióticos y socioambientales que caracterizan la región, incluyendo las condiciones climáticas, geológicas, geomorfológicas, edafológicas e hidrológicas, así como la cobertura vegetal, la biodiversidad, los usos actuales del suelo y las actividades humanas que influyen en su dinámica ambiental. Este análisis permitirá reconocer los procesos ecológicos relevantes, las condiciones de conservación o deterioro de los ecosistemas y los factores que determinan su vulnerabilidad frente a posibles modificaciones del territorio.

Asimismo, se considerará el contexto territorial establecido en el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán (POETY 2023), particularmente las características y lineamientos de la Unidad de Gestión Ambiental UGA059-APROV-CHO, en la cual se localiza el proyecto, así como su relación con las unidades territoriales identificadas en el Programa Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Yucatán (PEOTDUY 2024).

De manera particular, se prestará atención a las problemáticas ambientales asociadas con la modificación de la cobertura vegetal, la fragmentación de hábitats, la presión sobre los recursos hídricos subterráneos, la generación de residuos, la transformación de los usos del suelo y el crecimiento de los asentamientos humanos. Estas condiciones serán analizadas considerando su presencia y magnitud en la región, con el propósito de distinguir los procesos de deterioro ambiental existentes de aquellos impactos que pudieran derivarse de la ejecución del proyecto.

La caracterización de la región ecológica y el reconocimiento de su problemática ambiental permitirán establecer un marco de referencia para comprender el estado actual del entorno, identificar los componentes ambientales de mayor sensibilidad y evaluar las posibles interacciones entre las obras y actividades proyectadas y los procesos ecológicos regionales.

Finalmente, la información obtenida constituirá una base técnica para la identificación y evaluación de los impactos ambientales, así como para la formulación de medidas de prevención, mitigación, compensación y seguimiento ambiental, orientadas a reducir las afectaciones potenciales y favorecer la conservación de los recursos naturales y la funcionalidad ecológica del territorio.

3.1. Delimitación de la Región Ecológica de acuerdo con las características y alcances del proyecto

3.1.1. Criterios para la delimitación y su justificación

La delimitación del área de estudio del proyecto se fundamenta en la identificación de las características ambientales, territoriales y funcionales del entorno, así como en el alcance espacial de las posibles interacciones entre las obras y actividades proyectadas y los componentes del medio físico, biótico y socioeconómico.

Para establecer dicha delimitación se consideran criterios ambientales y territoriales que permitan identificar una unidad espacial representativa de las condiciones ecológicas existentes, tomando en cuenta que los procesos naturales y las posibles afectaciones ambientales no necesariamente se encuentran restringidos a los límites administrativos o al polígono del proyecto.

En este sentido, se consideran los siguientes criterios:

Criterio de ordenamiento ecológico territorial

Se considera la delimitación de las Unidades de Gestión Ambiental establecidas en el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán (POETY 2023), particularmente la UGA059-APROV-CHO, en la cual se localiza el proyecto. Esta unidad constituye una referencia territorial relevante, debido a que integra características ambientales y políticas de aprovechamiento sustentable que permiten contextualizar las condiciones ecológicas del área de estudio.

Criterio de homogeneidad ambiental

Se consideran las características físicas y biológicas predominantes del territorio, tales como clima, geología, geomorfología, tipos de suelo, condiciones hidrológicas, vegetación y usos actuales del suelo. Este criterio permite identificar superficies con condiciones ambientales relativamente semejantes y reconocer los procesos ecológicos que caracterizan el entorno del proyecto.

Criterio hidrológico e hidrogeológico

Se consideran las características del sistema hidrológico regional, particularmente la naturaleza kárstica del subsuelo y la presencia de un acuífero subterráneo que constituye la principal fuente de abastecimiento de agua en la región. Debido a la permeabilidad del terreno y a la conectividad del sistema acuífero, este criterio resulta relevante para analizar las posibles interacciones relacionadas con la extracción de agua, la infiltración y el manejo de aguas residuales.

Criterio de cobertura vegetal y conectividad ecológica

Se considera la distribución espacial de la vegetación existente, su estado de conservación, los posibles corredores biológicos y la continuidad de los hábitats. Este criterio permite identificar áreas ecológicamente relacionadas con el polígono del proyecto y evaluar las posibles alteraciones derivadas de la remoción de vegetación, la fragmentación del hábitat y la modificación del uso del suelo.

Criterio de uso actual del suelo y dinámica territorial

Se analizan los usos del suelo predominantes, la presencia de asentamientos humanos, las actividades productivas, las vialidades y los procesos de transformación territorial. Este criterio permite reconocer las presiones antropogénicas existentes y su relación con el crecimiento urbano previsto en el municipio de Ucú y su entorno.

Criterio de ordenamiento territorial y desarrollo urbano

Se consideran las disposiciones del Programa Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Yucatán (PEOTDUY 2024), particularmente las unidades UGT-APR-01, UGT-APT-01-S y UGT-APT-01, así como la Modificación al Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de Ucú, publicada el 11 de octubre de 2022, que identifica el área del proyecto dentro de la categoría Área Urbana para Nuevos Desarrollos (AUND).

Estos instrumentos permiten contextualizar la aptitud territorial, las tendencias de crecimiento urbano y las relaciones funcionales del proyecto con los asentamientos humanos existentes.

Criterio de alcance espacial de los impactos ambientales

Se considera la extensión territorial en la que podrían manifestarse los impactos ambientales directos e indirectos asociados con la preparación del sitio, construcción y operación del proyecto. Entre estos se encuentran la modificación de la cobertura vegetal, las emisiones atmosféricas, la generación de ruido y residuos, la demanda de agua, el manejo de aguas residuales y los cambios en la dinámica territorial.

Este criterio permite diferenciar las superficies directamente intervenidas de aquellas en las que podrían presentarse efectos ambientales indirectos o acumulativos.

Conclusión preliminar

La aplicación conjunta de los criterios descritos permite establecer un área de estudio ambientalmente representativa, que considere tanto las características ecológicas del territorio como las posibles interacciones derivadas del desarrollo inmobiliario.

La UGA059-APROV-CHO del POETY 2023 constituye una referencia relevante para la caracterización regional, debido a que proporciona un marco de ordenamiento ecológico que integra las condiciones ambientales y las políticas de aprovechamiento del territorio. Sin embargo, sus límites no necesariamente coinciden con el alcance espacial de todos los impactos potenciales del proyecto, particularmente aquellos relacionados con el acuífero subterráneo, la conectividad ecológica y la dinámica urbana.

Por ello, la delimitación deberá sustentarse en el análisis cartográfico de los componentes ambientales y territoriales, así como en la identificación de las áreas de influencia directa e indirecta del proyecto, considerando la extensión y naturaleza de sus obras y actividades.

En consecuencia, la delimitación del área de estudio permite una caracterización integral de las condiciones ambientales existentes, la identificación de la problemática ambiental regional y la evaluación de los impactos potenciales del proyecto, constituyendo una base técnica para establecer las medidas de prevención, mitigación, compensación y seguimiento ambiental correspondientes.

3.1.2. Superficie de la Región Ecológica

La delimitación de la región ecológica del proyecto denominado “CIUDAD RENACIMIENTO” se realizó mediante un análisis integral de las características físicas, biológicas y territoriales del entorno, considerando tanto la homogeneidad de los componentes ambientales como las relaciones funcionales existentes entre el área del proyecto y los asentamientos humanos circundantes. Este procedimiento permitió establecer una unidad espacial de análisis representativa de las condiciones ambientales predominantes y de las posibles interacciones derivadas de la ejecución y operación del desarrollo inmobiliario.

Para la delimitación se integraron diversos componentes del medio físico, entre los que destacan las condiciones climáticas, geológicas, geomorfológicas y edafológicas. En este sentido, el área del proyecto presenta un tipo de clima Ax'(w0), caracterizado por condiciones cálidas subhúmedas; un sustrato geológico constituido predominantemente por roca caliza, asociado con materiales del Terciario Superior; suelos clasificados como Litosol y una unidad geomorfológica correspondiente a la planicie kárstica estructural baja (denudación). Estas características reflejan condiciones relativamente homogéneas del medio físico y constituyen elementos relevantes para comprender la dinámica ambiental del territorio, particularmente los procesos de infiltración y la relación entre el suelo, el sustrato geológico y el sistema hidrológico subterráneo.

En cuanto al componente biótico, se consideró la distribución de la cobertura vegetal existente, identificándose en el área del proyecto la presencia de vegetación secundaria arbórea. Este elemento fue incorporado al análisis espacial debido a su importancia para reconocer la continuidad de las comunidades vegetales, las condiciones de conservación del entorno y las posibles interacciones ecológicas entre las superficies que integran la región.

Adicionalmente, la delimitación consideró los usos actuales del suelo, la distribución de los asentamientos humanos y la presencia de desarrollos inmobiliarios existentes en las inmediaciones del proyecto, debido a que estos elementos forman parte de la dinámica de transformación territorial que caracteriza al sector poniente de la Zona Metropolitana de Mérida.

La incorporación de los desarrollos inmobiliarios colindantes responde a la continuidad urbana y funcional que podría generarse con Ciudad Renacimiento, particularmente en términos de movilidad, conectividad vial, transporte y flujo vehicular. En este contexto, se consideró la relación del proyecto con la infraestructura carretera existente, incluyendo el Anillo Periférico Manuel Berzunza, que constituye una vía relevante de conexión regional desde la cual se articula el acceso hacia las vialidades que conducen al área del proyecto. Esta relación resulta importante para reconocer los posibles efectos indirectos y acumulativos asociados con el incremento de desplazamientos, la demanda de infraestructura y la expansión de las actividades urbanas.

De igual manera, se incorporaron al análisis las localidades aledañas y su vinculación territorial y funcional con la cabecera municipal de Ucú, considerando las relaciones existentes en materia de movilidad, acceso a servicios, actividades económicas y comunicación terrestre. Su inclusión permite reconocer que las interacciones asociadas con el desarrollo inmobiliario podrían extenderse más allá de los límites físicos del predio, particularmente durante su etapa de operación.

Como referencia complementaria, se consideraron las unidades territoriales establecidas en el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán (POETY 2023), especialmente la UGA059-APROV-CHO, en la que se ubica el proyecto, así como las unidades ambientales y territoriales colindantes. Esta información permitió contextualizar las características ecológicas del entorno y su relación con las zonas que presentan procesos de urbanización.

Como resultado de la integración y análisis espacial de los criterios físicos, biológicos y territoriales descritos, se obtuvo la delimitación de la región ecológica del proyecto, la cual se presenta en el mapa correspondiente. En dicha representación cartográfica se observa la extensión de la región delimitada, el polígono del proyecto, los límites municipales, las localidades cercanas, la infraestructura carretera y las Unidades de Gestión Ambiental del POETY 2023 que permiten contextualizar el área de estudio.

En consecuencia, la región ecológica delimitada constituye una unidad de análisis que integra tanto las condiciones ambientales predominantes como las relaciones territoriales y funcionales del proyecto con su entorno. Su delimitación permitirá desarrollar la caracterización del medio físico y biótico, identificar la problemática ambiental existente y establecer una base espacial para la evaluación de los impactos ambientales directos, indirectos y acumulativos que pudieran generarse durante las diferentes etapas del proyecto.

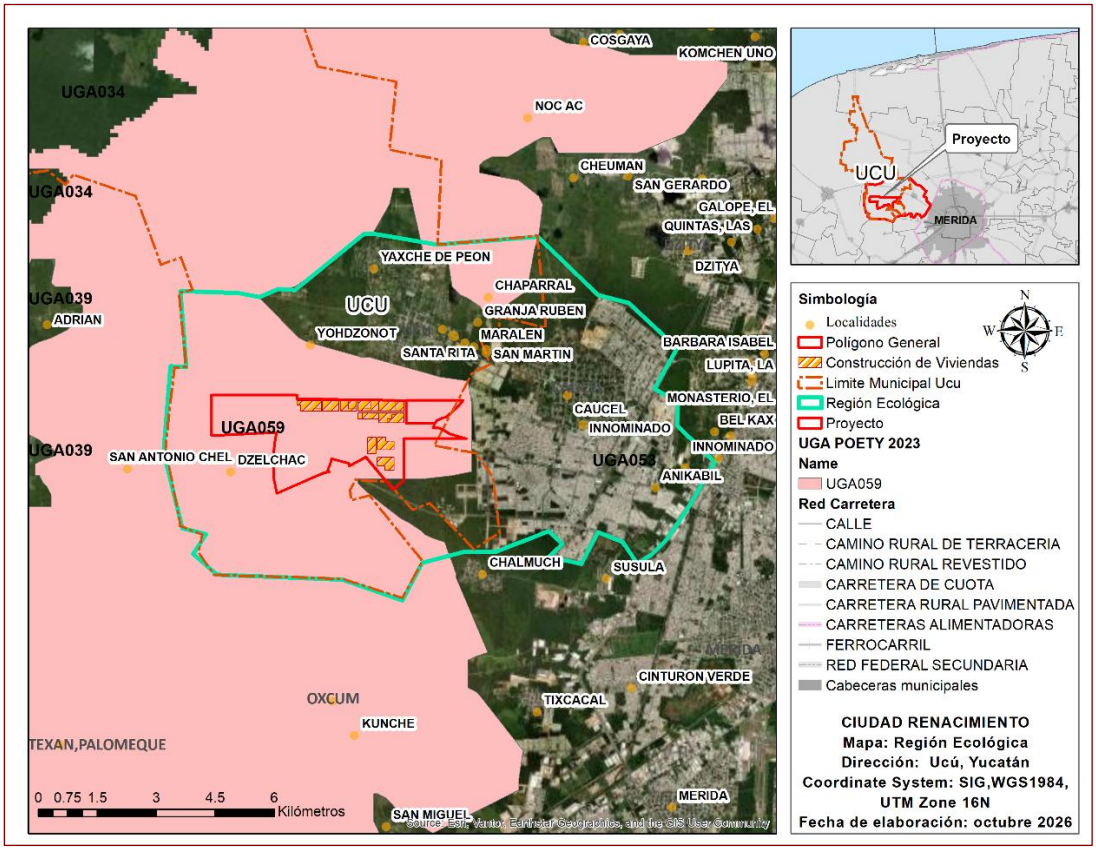


Figura 17. Mapa de delimitación de la región ecológica del proyecto Ciudad Renacimiento, considerando criterios de homogeneidad física y biológica, distribución de asentamientos humanos, conectividad vial y unidades de gestión ambiental del POETY 2023.

Finalmente, como resultado de la integración y análisis espacial de los criterios físicos, biológicos y territoriales anteriormente descritos, se delimitó una Región Ecológica con una superficie total de 9,569.59 hectáreas (95.70 km²), cuya extensión y configuración espacial se presentan en el mapa correspondiente a la Figura 18. Esta delimitación comprende el área de emplazamiento del proyecto de desarrollo Inmobiliario de Usos Mixtos denominado “Ciudad Renacimiento”, así como superficies de su entorno que mantienen relaciones ecológicas y funcionales con el mismo. La región delimitada constituye una unidad territorial de análisis representativa de las condiciones ambientales existentes, permitiendo caracterizar los componentes del medio físico y biótico, identificar la problemática ambiental regional y evaluar los posibles impactos ambientales directos, indirectos y acumulativos derivados de las diferentes etapas del proyecto.

3.1.3. Área del proyecto, área de influencia y región ecológica

Para el análisis ambiental del proyecto denominado "CIUDAD RENACIMIENTO", se consideran tres ámbitos espaciales de estudio: el Área del Proyecto (AP), el Área de Influencia (AI) y la Región Ecológica (RE), cuya delimitación responde a las características de las obras y actividades proyectadas, así como a las condiciones físicas, biológicas y territoriales del entorno.

Área del Proyecto (AP). Corresponde a la superficie destinada al establecimiento de las obras y actividades del desarrollo inmobiliario habitacional, incluyendo los macrolotes habitacionales, infraestructura hidráulica, sanitaria y eléctrica dentro de la vivienda. Su delimitación se establece a partir del polígono georreferenciado del proyecto y de las superficies de ocupación temporal y permanente.

Área de Influencia (AI). Comprende el espacio geográfico en el que podrían manifestarse los impactos ambientales directos e indirectos derivados de las diferentes etapas del proyecto. Para su delimitación se consideran las posibles alteraciones sobre la cobertura vegetal, los hábitats de fauna silvestre, el suelo, la calidad del aire, el ambiente acústico y el sistema hidrogeológico, así como los cambios en la movilidad, la conectividad vial y las relaciones socioeconómicas con los asentamientos humanos cercanos.

Debido a la naturaleza del proyecto, se reconoce que el alcance de los impactos puede variar entre los distintos componentes ambientales. En consecuencia, el Área de Influencia deberá establecerse mediante la integración de los ámbitos espaciales en los que se prevean efectos ambientales relevantes, considerando tanto las afectaciones directas como las indirectas y acumulativas.

Región Ecológica (RE). Constituye el ámbito territorial de referencia para la caracterización de las condiciones ambientales y la identificación de la problemática ecológica existente. Su delimitación se realizó mediante el análisis integrado de las características climáticas, geológicas, geomorfológicas, edafológicas, hidrológicas y de vegetación, así como de la distribución de asentamientos humanos, desarrollos inmobiliarios existentes y principales elementos de conectividad territorial.

Como resultado de dicho análisis, se delimitó una Región Ecológica de 9,569.59 hectáreas, cuya extensión se presenta en la figura 18. Esta superficie comprende el área de emplazamiento del proyecto y parte de su entorno ecológico y territorial, proporcionando un marco espacial para la caracterización de los componentes ambientales y el análisis de las presiones antropogénicas existentes.

La diferenciación de estos tres ámbitos permitirá desarrollar una evaluación ambiental a distintas escalas: el Área del Proyecto para identificar las superficies directamente intervenidas; el Área de Influencia para determinar el alcance espacial de los impactos potenciales; y la Región Ecológica para contextualizar dichos impactos respecto de las condiciones y procesos ambientales del territorio.

Finalmente, la delimitación de estos ámbitos se ha verificado que, mediante el análisis cartográfico y los estudios técnicos correspondientes, con el propósito de asegurar que las superficies consideradas

sean representativas de los procesos ecológicos y de las posibles interacciones ambientales asociadas con la ejecución y operación del proyecto.

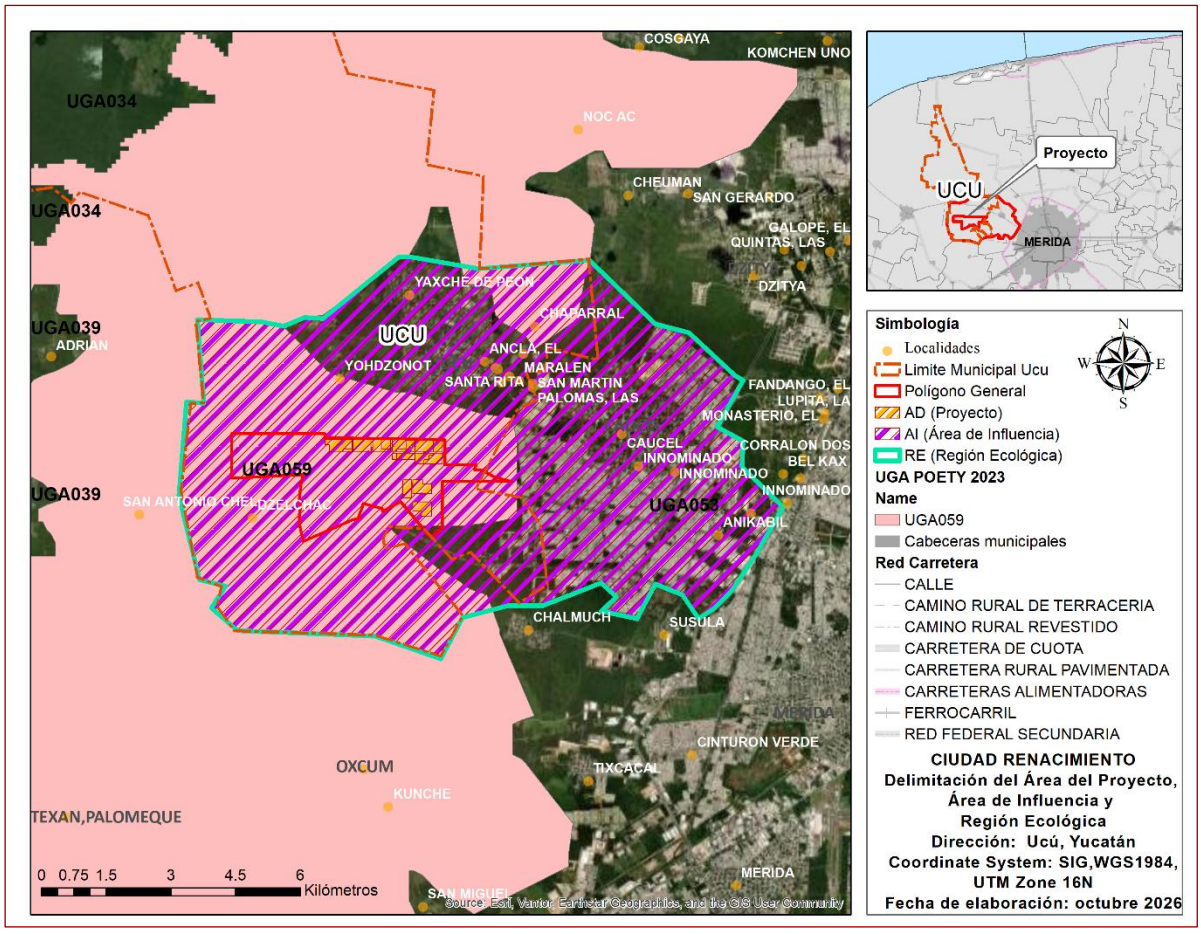


Figura 18. Mapa de la Delimitación del Área del Proyecto, Área de Influencia y Región Ecológica

3.2. Aspectos generales de la Región Ecológica

La Región Ecológica (RE) delimitada para el proyecto se localiza en el sector norponiente del estado de Yucatán, en el entorno territorial del municipio de Ucú y su relación con la zona de expansión urbana del municipio de Mérida. Comprende una superficie total de 9,569.59 hectáreas (95.70 km²), determinada mediante la integración de criterios físicos, biológicos y territoriales que permiten representar las características ambientales predominantes y las interacciones funcionales existentes entre el área del proyecto y su entorno.

Desde el punto de vista fisiográfico, la Región Ecológica forma parte de la plataforma carbonatada de la península de Yucatán, caracterizada por un relieve predominantemente plano, con escasas variaciones altitudinales y la presencia de materiales geológicos de origen sedimentario. En particular,

el área de estudio se encuentra asociada con una planicie kárstica estructural baja (denudación), desarrollada sobre un sustrato constituido principalmente por rocas calizas, cuya formación geológica corresponde, de acuerdo con la información cartográfica utilizada, al Terciario Superior. Estas características condicionan la dinámica de infiltración del agua y la interacción entre la superficie del terreno y el sistema acuífero subterráneo.

En relación con las condiciones climáticas, la Región Ecológica presenta un clima clasificado como Ax'(w0), correspondiente a condiciones cálidas subhúmedas, con lluvias concentradas principalmente durante la temporada de verano. Este régimen climático influye en la distribución de la vegetación, la disponibilidad estacional de humedad y los procesos de recarga del acuífero.

Respecto de las características edafológicas, en el área del proyecto se identifica la presencia de suelos clasificados como Litosol, los cuales se caracterizan generalmente por presentar escaso desarrollo y profundidad, así como una estrecha relación con el sustrato rocoso calizo. Estas condiciones, en combinación con la naturaleza kárstica del terreno, constituyen factores relevantes para la evaluación de la aptitud del suelo, los movimientos de tierras y la prevención de procesos de contaminación del subsuelo.

En cuanto al componente biótico, se identifica la presencia de vegetación secundaria arbórea, asociada con procesos previos de modificación y recuperación de la cobertura vegetal. Su distribución y estado de conservación representan elementos importantes para el análisis de la estructura del paisaje, la disponibilidad de hábitats para la fauna silvestre y la conectividad ecológica entre las superficies que mantienen cobertura vegetal.

Desde una perspectiva territorial, la Región Ecológica presenta una dinámica influida por la proximidad de los asentamientos humanos y los procesos de expansión urbana del poniente de Mérida. En este contexto, se identifican localidades y desarrollos inmobiliarios existentes que mantienen relaciones funcionales con la cabecera municipal de Ucú y con la infraestructura vial regional.

La conectividad territorial constituye uno de los elementos relevantes de la región, particularmente por la presencia de vialidades que permiten la comunicación entre Ucú, Mérida y los asentamientos aledaños. Entre estas destaca la relación funcional con el Anillo Periférico Manuel Berzunza, desde el cual se articula el acceso hacia las vialidades que conducen al área del proyecto. Esta infraestructura favorece la movilidad regional y, al mismo tiempo, constituye un factor que influye en la transformación del uso del suelo y en la demanda de servicios urbanos.

En materia de ordenamiento ecológico, la Región Ecológica comprende superficies asociadas con distintas Unidades de Gestión Ambiental del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán (POETY 2023). Particularmente, el proyecto se localiza en la UGA059-APROV-CHO, cuya política ambiental corresponde al aprovechamiento sustentable. Esta unidad, junto con las áreas ecológicas colindantes, proporciona un marco de referencia para comprender las condiciones ambientales del territorio y las presiones asociadas con el crecimiento urbano.

En términos generales, la Región Ecológica presenta una combinación de elementos naturales propios del paisaje kárstico y superficies sujetas a distintos grados de transformación antropogénica, derivados

de la presencia de asentamientos humanos, infraestructura vial y desarrollos inmobiliarios. Esta interacción entre los componentes ambientales y las actividades humanas determina la configuración actual del paisaje y constituye un aspecto fundamental para identificar la problemática ambiental existente.

Por lo anterior, la caracterización de la Región Ecológica permite establecer las condiciones ambientales de referencia para el análisis de los impactos potenciales del proyecto, considerando la conservación de la vegetación, la protección de la biodiversidad, la disponibilidad y calidad del agua subterránea, la transformación del uso del suelo y las posibles interacciones acumulativas con los procesos de urbanización existentes en el entorno.

3.3. Uso de suelo y vegetación en la Región Ecológica

3.3.1. Uso de suelo y vegetación conforme a la cartografía del INEGI

Para la caracterización del uso del suelo y la vegetación de la Región Ecológica (RE) del proyecto denominado CIUDAD RENACIMIENTO, se utilizó como fuente de información la cartografía de Uso del Suelo y Vegetación, Serie VII, del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), correspondiente a 2021.

Mediante el procesamiento de esta información en un Sistema de Información Geográfica (SIG), se realizó la superposición de la capa temática de uso del suelo y vegetación con el polígono de la Región Ecológica, cuya superficie comprende 9,569.59 hectáreas. Este procedimiento permitió identificar la distribución espacial de las distintas categorías de cobertura vegetal y uso del suelo presentes en el área de estudio, así como reconocer las superficies que presentan distintos grados de transformación derivados de las actividades humanas.

De acuerdo con la información cartográfica utilizada, en el entorno del proyecto se identifica la presencia de vegetación secundaria arbórea, asociada con procesos de regeneración de la vegetación después de modificaciones previas de la cobertura original. Asimismo, la proximidad de asentamientos humanos, infraestructura vial y desarrollos inmobiliarios constituye un elemento relevante para analizar la configuración actual del paisaje y los procesos de cambio de uso del suelo.

El análisis de la cartografía de INEGI Serie VII permitió determinar la superficie y proporción que ocupa cada categoría de uso del suelo y vegetación dentro de la Región Ecológica, así como identificó la distribución de las áreas con cobertura vegetal y de aquellas sujetas a procesos de urbanización o aprovechamiento antrópico.

Esta información constituye una referencia para evaluar el estado actual de la cobertura vegetal, la fragmentación del paisaje, la conectividad ecológica y las posibles presiones asociadas con el crecimiento urbano, proporcionando elementos para la identificación de la problemática ambiental existente y la evaluación de los impactos potenciales del proyecto.

Los resultados de la distribución espacial de las categorías de uso del suelo y vegetación se presentan en la figura 20, elaborado a partir de la cartografía oficial del INEGI, Uso del Suelo y Vegetación, Serie VII (2021).

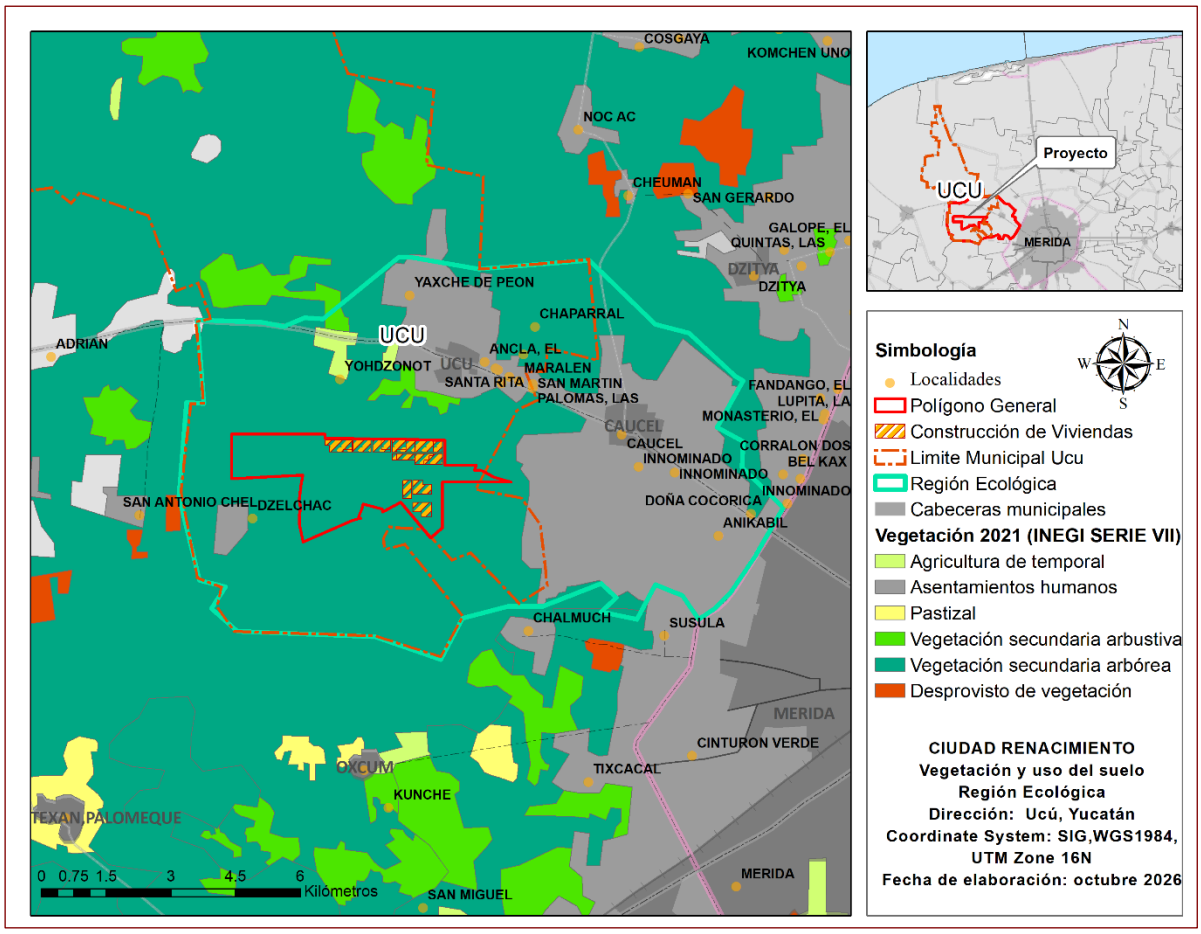


Figura 19. Mapa de vegetación y uso de suelo

Tabla 45. Uso de suelo y vegetación en la Región Ecológica (INEGI)

USO DEL SUELO Y VEGETACIÓN · INEGI SERIE VII (2021)		
Tipo de uso de suelo y vegetación	Superficie en la RE (ha)	Porcentaje (%)
Agricultura de riego	3.45	0.04
Agricultura de temporal	85.29	0.89
Asentamientos humanos	3,287.71	34.36
Vegetación secundaria arbórea	6,095.26	63.69

Vegetación secundaria arbustiva	97.37	1.02
DESPROVISTO DE VEGETACIÓN	0.51	0.01
TOTAL SEGÚN TABLA	**9,569.59**	**100.00**

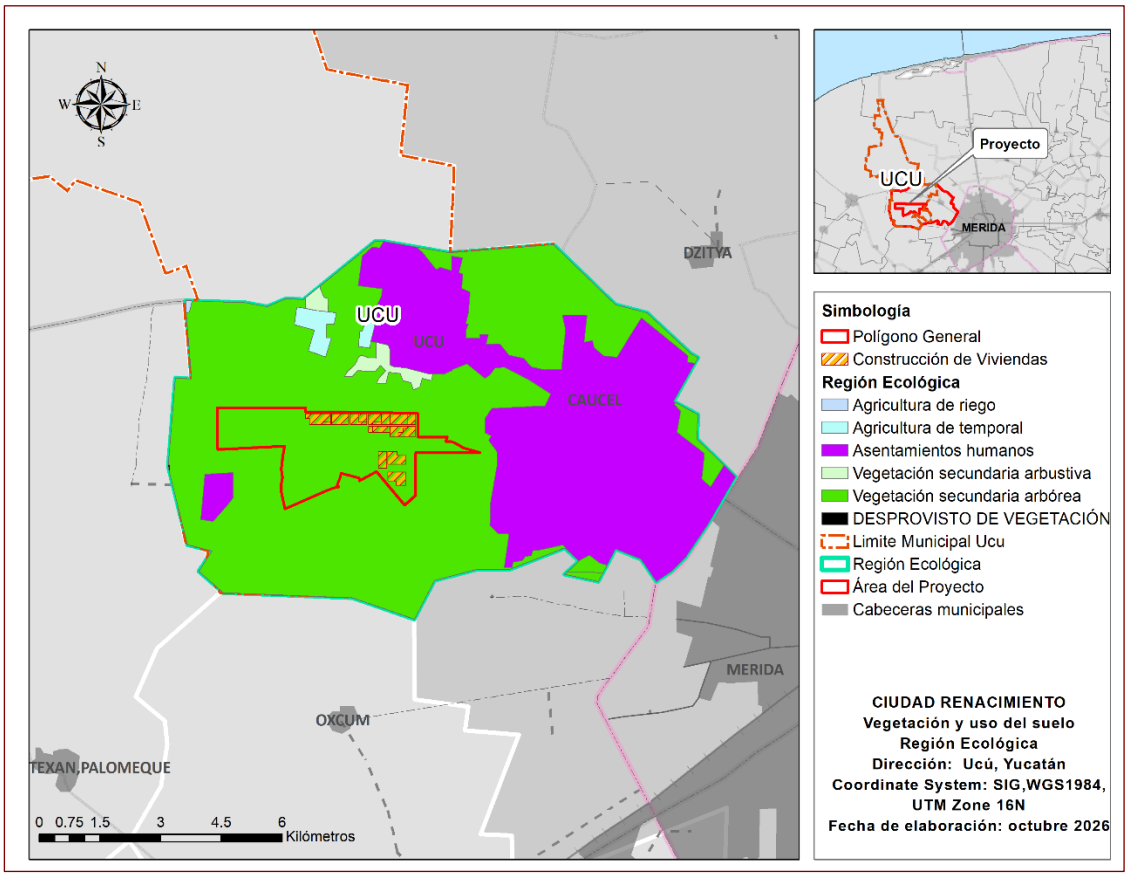


Figura 20. Superficie de la vegetación y uso de suelo en la Región Ecológica.

3.3.2. Comparativo del uso de suelo y vegetación verificado en campo respecto a la cartografía del INEGI

Con la finalidad de identificar las condiciones actuales de la cobertura vegetal presente en el Área del Proyecto (AP), se realizó un análisis comparativo entre la información contenida en la cartografía de Uso del Suelo y Vegetación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), Serie VII (2021), y las características de la vegetación identificadas mediante los trabajos de campo efectuados en el sitio. Para ello, se consideraron las categorías de uso del suelo y vegetación representadas en la cartografía oficial dentro del polígono del proyecto, las cuales se contrastaron con las observaciones y registros obtenidos durante los recorridos de reconocimiento y, en su caso, los muestreos de vegetación.

Este procedimiento permite identificar las coincidencias y diferencias entre la clasificación cartográfica y las condiciones actuales del terreno, considerando que la información del INEGI se presenta a una escala regional y puede no representar con el mismo nivel de detalle las variaciones de la cobertura vegetal existentes dentro del predio. Las diferencias que pudieran identificarse pueden estar relacionadas con procesos de regeneración natural, modificaciones en la estructura de la vegetación, perturbaciones antropogénicas o cambios recientes en el uso del suelo.

Asimismo, el análisis permite determinar la distribución y superficie de las distintas coberturas presentes dentro del Área del Proyecto, proporcionando información para la caracterización ambiental del sitio y la evaluación de los impactos asociados con las actividades de preparación y construcción. Los resultados de este análisis se presentan en la siguiente tabla, en la cual se indican las categorías de uso del suelo y vegetación establecidas por el INEGI, su correspondencia con las condiciones verificadas en campo, las superficies involucradas y las observaciones correspondientes.

Tabla 46. Comparativo del uso del suelo y vegetación conforme a INEGI Serie VII (2021) y las condiciones verificadas en campo dentro del Área del Proyecto.

USV según INEGI	USV verificado en campo	Superficie en el AP (ha)	Observaciones
Vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia	Es la misma Vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia	La superficie en el área del proyecto correspondiente a las poligonales para la construcción de vivienda es de 1,245,206.43 m2	Ninguna

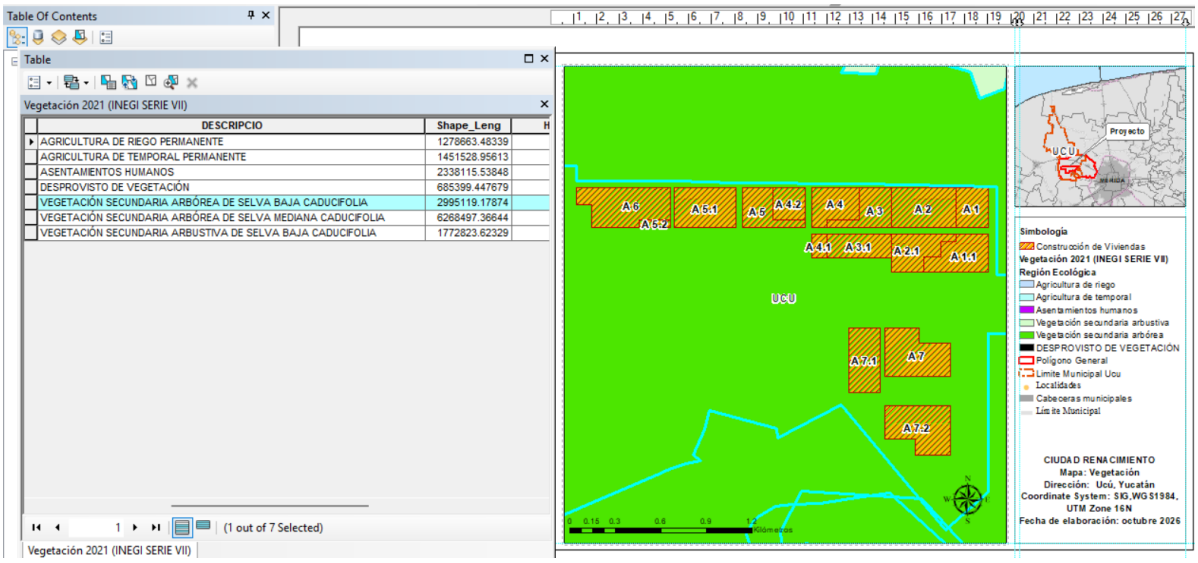


Figura 21. Mapa de tipo de vegetación en el área del proyecto (poligonales para la construcción de vivienda)

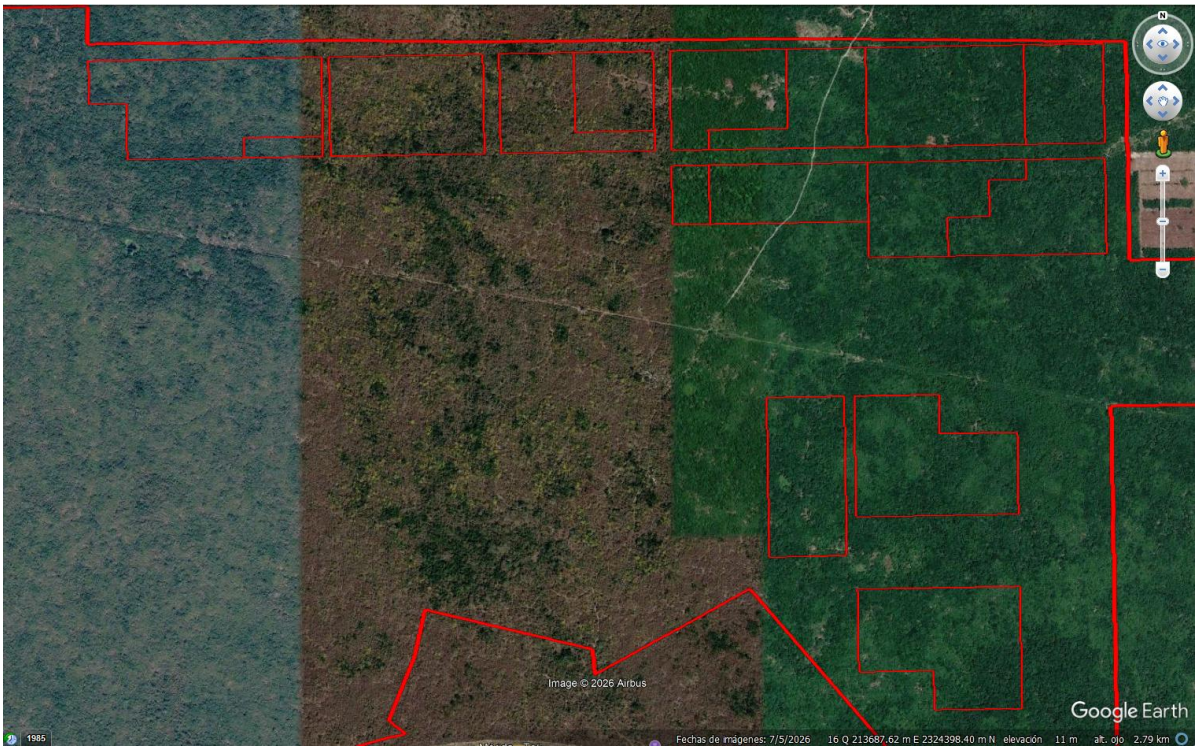


Figura 22. Imagen satelital del área del proyecto (poligonales para la construcción de vivienda)

3.4. Especies potenciales

El término especies potenciales se refiere a aquellas especies que podrían encontrarse en el área del proyecto o en su zona de influencia, debido a sus características ecológicas, distribución geográfica y disponibilidad de hábitat, aunque no hayan sido registradas directamente durante los trabajos de campo. Con la finalidad de complementar la caracterización de la biodiversidad del Área del Proyecto (AP), se elaboró una selección preliminar de especies potenciales de flora y fauna silvestres, considerando las características ambientales del sitio, su ubicación geográfica y los tipos de vegetación identificados.

La selección considera principalmente especies asociadas con la vegetación secundaria arbórea y otros ambientes característicos de la región noroccidental del estado de Yucatán, incluyendo superficies con distintos grados de perturbación antropogénica. Para la identificación definitiva de las especies potenciales se consultaron registros de distribución geográfica, bases de datos de biodiversidad y literatura científica, priorizando aquellas especies cuya distribución conocida y requerimientos ecológicos sean compatibles con las condiciones ambientales del área de estudio.

Asimismo, se verificó la posible presencia de especies incluidas en categorías de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y sus modificaciones vigentes, a fin de establecer las medidas de prevención y

protección que correspondan. Es importante señalar que las especies incluidas en el listado potencial no necesariamente fueron observadas durante los trabajos de campo. Por lo tanto, sus registros se diferencian de las especies efectivamente identificadas mediante observaciones directas, indicios y muestreos. El listado potencial permite complementar el inventario de biodiversidad y orientar las actividades de reconocimiento, protección, rescate y seguimiento de flora y fauna silvestres durante las diferentes etapas del proyecto.

Como primer acercamiento y referencia se consultó el geoportal de la CONABIO, sin embargo, en el Municipio de Ucú, no se mostraron registros. De acuerdo con el Geoportal de la CONABIO en el municipio de UCU no se encuentran registros con respecto a la Biodiversidad (http://geoportal.conabio.gob.mx/)

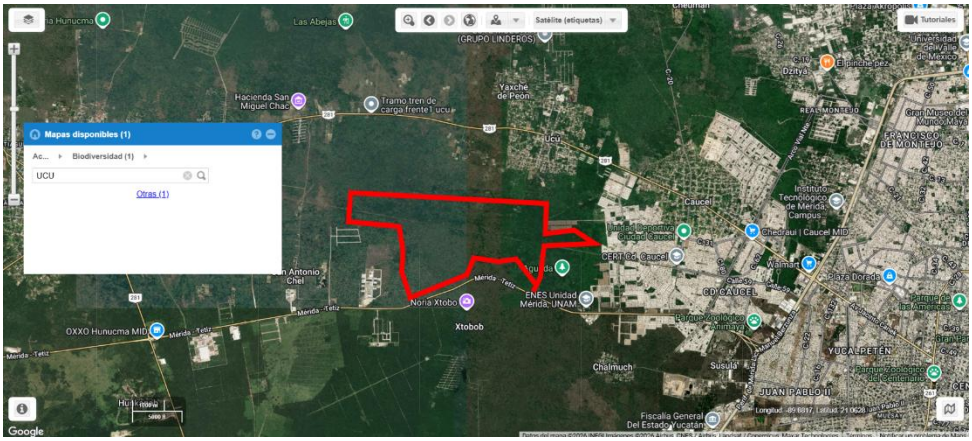


Figura 23. Mapa del geoportal CONABIO, ubicando el área del proyecto, Municipio de Ucú.

De igual manera se consultó la página de SEFOET

Tabla 47. Especies potenciales en la Región Ecológica

Componente	Listado de especies potenciales (enlace a listado anexo con referencias bibliográficas)
Flora	https://www.sefoet.yucatan.gob.mx/secciones/ver/ucu
Fauna	https://www.sefoet.yucatan.gob.mx/secciones/ver/ucu

Tabla 48. Especies Flora mencionada para Ucú

Nombre común	Nombre científico de referencia
Amapola	Pseudobombax ellipticum
Balché	Lonchocarpus longistylus
Chaká	Bursera simaruba
Ramón	Brosimum alicastrum

Tabla 49. Especies Fauna mencionada para Ucú

Grupo	Nombre común	Identificación
Mamíferos	Conejos	Grupo referido por la fuente, sin especie determinada
Mamíferos	Venados	Grupo referido por la fuente, sin especie determinada
Mamíferos	Mapaches	Procyon lotor, identificación probable
Mamíferos	Tuzas	Familia Geomyidae, sin especie determinada
Reptiles	Diversas especies	Sin identificación taxonómica específica
Aves	Diversas especies	Sin identificación taxonómica específica

Los nombres comunes provienen del perfil municipal. Los nombres científicos son correspondencias botánicas de referencia que conviene corroborar con registros taxonómicos y el inventario de campo.

3.5. Metodología de muestreo y análisis de datos

La caracterización de la flora y fauna silvestre constituye un componente fundamental para el diagnóstico de las condiciones ambientales del Área del Proyecto (AP), ya que permite identificar la composición de las comunidades biológicas, sus características ecológicas y las condiciones de conservación o perturbación de los hábitats presentes. Asimismo, proporciona información necesaria para la identificación y evaluación de los impactos ambientales potenciales derivados de las actividades de preparación del sitio y construcción de viviendas del proyecto denominado “Ciudad Renacimiento”, localizado en el municipio de Ucú, Yucatán.

Para el desarrollo de la caracterización del medio biótico se contempla la aplicación de metodologías de muestreo orientadas al reconocimiento, identificación y registro de las especies de flora y fauna silvestres presentes en el área de estudio, considerando las características de la cobertura vegetal, las condiciones ambientales del terreno y la distribución espacial de los sitios de muestreo. La selección y delimitación de las unidades de muestreo se encuentra representada en la cartografía del proyecto, en la cual se identifican 16 sitios distribuidos en diferentes sectores del polígono general. Esta distribución constituye la referencia espacial para organizar los trabajos de campo y obtener información sobre las comunidades biológicas presentes en las superficies de estudio.

En lo que respecta a la flora, la metodología estará orientada a determinar la composición florística, riqueza específica y características estructurales de la vegetación, mediante el registro e identificación taxonómica de los ejemplares encontrados en las unidades de muestreo. Dependiendo de la información obtenida, podrán analizarse variables como abundancia, frecuencia, densidad, cobertura y diversidad de especies, con la finalidad de describir la estructura y composición de las comunidades vegetales.

Por su parte, la caracterización de fauna silvestre considerará el reconocimiento de los principales grupos de vertebrados terrestres, particularmente aves, mamíferos, reptiles y anfibios, mediante técnicas de observación y registro adecuadas para cada grupo taxonómico. La información obtenida permitirá integrar el inventario de especies registradas, identificar los hábitats utilizados y reconocer

aquellas especies que pudieran encontrarse incluidas en alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y sus modificaciones vigentes.

El análisis de los datos estará dirigido a describir la riqueza y composición de especies, así como a identificar patrones de distribución y, cuando el diseño y el esfuerzo de muestreo lo permitan, estimar parámetros ecológicos relacionados con la abundancia relativa, diversidad y equidad de las comunidades biológicas. Para ello, podrán emplearse índices ecológicos como Shannon-Wiener y Simpson, siempre que la naturaleza y calidad de los registros obtenidos permitan su aplicación e interpretación. De manera complementaria, los resultados del trabajo de campo podrán contrastarse con información bibliográfica y registros de distribución de especies disponibles para el municipio de Ucú y su entorno regional, con el propósito de identificar especies potenciales y ampliar el contexto ecológico del área de estudio. Las especies documentadas únicamente mediante fuentes secundarias se presentarán por separado de aquellas cuya presencia haya sido confirmada durante los muestreos.

Finalmente, la integración y análisis de la información permitirá establecer una línea base de las condiciones actuales de la flora y fauna silvestres presentes en el Área del Proyecto, proporcionando elementos técnicos para identificar los componentes biológicos susceptibles de afectación y sustentar la propuesta de medidas de prevención, mitigación y protección ambiental asociadas con la construcción de viviendas.

3.5.1. Delimitación de áreas y sitios de muestreo

Con la finalidad de caracterizar las condiciones actuales de la vegetación y la fauna silvestre presentes en el Área del Proyecto (AP), se estableció una distribución espacial de sitios de muestreo dentro del polígono general del proyecto, localizado en el municipio de Ucú, estado de Yucatán. La delimitación de los sitios de muestreo se representa en la cartografía correspondiente, elaborada mediante herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG), utilizando el sistema de referencia geográfica WGS 1984, proyección UTM, zona 16 norte. De acuerdo con la distribución cartográfica, se identifican 16 unidades de muestreo, distribuidas en diferentes sectores del predio, las cuales se encuentran identificadas mediante claves alfanuméricas que permiten su reconocimiento y ubicación espacial.

La distribución comprende los sitios A1, A1.1, A2, A2.1, A3, A3.1, A4, A4.1, A4.2, A5, A5.1, A5.2, A6, A7, A7.1 y A7.2. Estas unidades se distribuyen principalmente en los sectores norte y centro-sur del polígono general. Esta ubicación de los sitios permite contar con puntos de referencia espacialmente diferenciados para el levantamiento de información ambiental, favoreciendo la identificación de variaciones en la composición, estructura y condiciones de la vegetación, así como el reconocimiento de los hábitats disponibles para la fauna silvestre.

Para la caracterización florística, los sitios de muestreo constituyen unidades de referencia para el registro de especies vegetales, sus características estructurales y las condiciones de conservación o perturbación de la cobertura vegetal. En el caso de la fauna silvestre, la delimitación espacial de los

sitios puede utilizarse como referencia para la organización de recorridos y registros de campo, considerando las características de los hábitats y los requerimientos ecológicos de los diferentes grupos faunísticos.

La distribución de los sitios de muestreo se presenta en la figura siguiente, en la cual se identifican sus límites, claves de referencia y ubicación respecto del polígono general del proyecto.

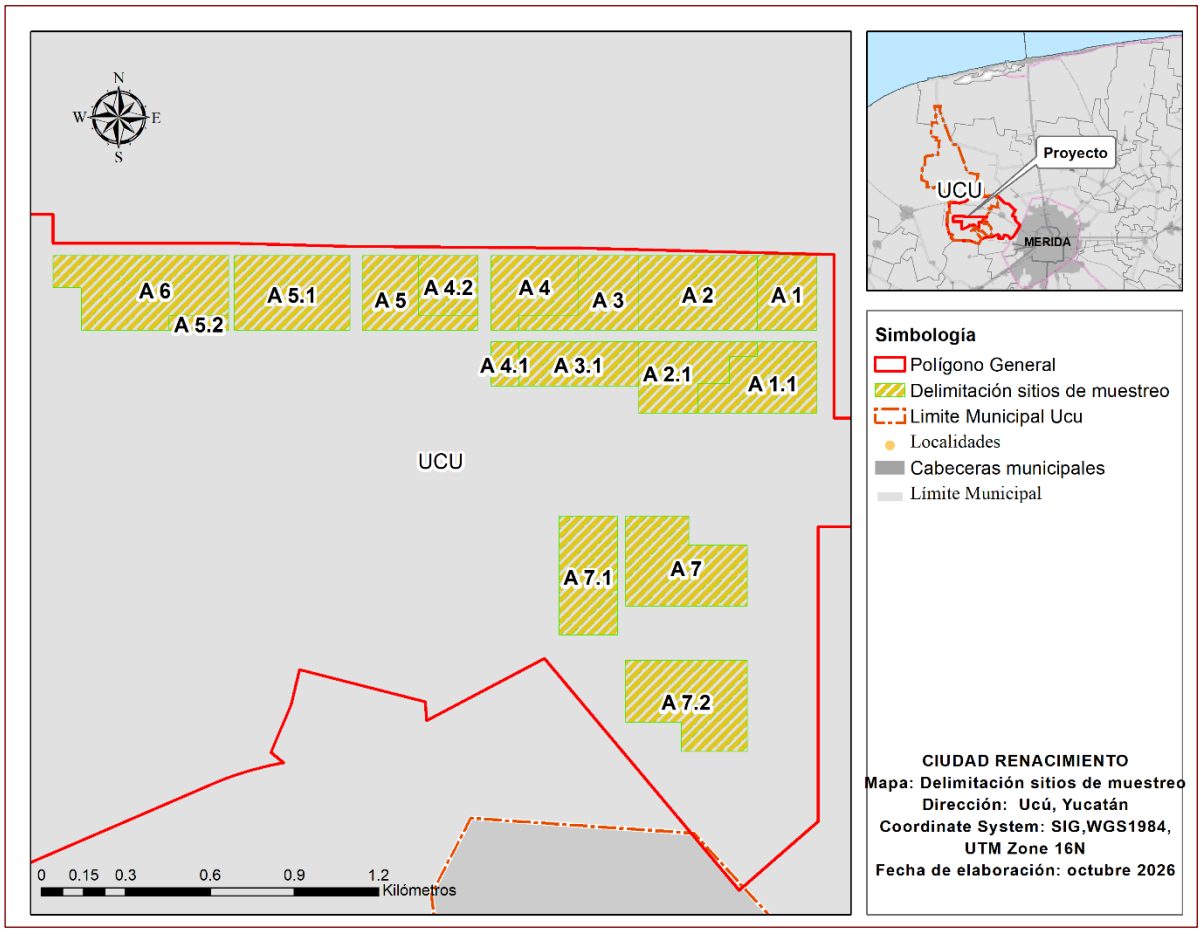


Figura 24. Delimitación y distribución espacial de los sitios de muestreo establecidos dentro del Área del Proyecto Ciudad Renacimiento, municipio de Ucú, Yucatán.

La información obtenida mediante los trabajos de campo permite integrar los inventarios de flora y fauna silvestres, describir las características de la vegetación y reconocer las condiciones ambientales del sitio, como parte de la caracterización del medio biótico.

3.5.2. Muestreo de flora

La colecta de datos para la caracterización de la vegetación de este predio se realizó en dos etapas. La primera fue el trabajo de gabinete, el cual consistió en la revisión de fuentes secundarias sobre el predio, tales como documentos científicos sobre el ambiente biofísico del área y la revisión de estudios de vegetación realizados en la Provincia Biótica Península de Yucatán. La segunda fase consistió en trabajo de campo para obtener fotografías del predio, realizar recorridos para verificar los límites de la propiedad, reconocer los tipos de vegetación presentes a partir de sus diferencias fisionómicas, identificar evidencias de usos y perturbaciones previas en la vegetación y, en general, para colectar todos los datos *in situ* necesarios para el análisis del impacto ambiental del proyecto.

De manera inicial se analizaron imágenes satelitales y las fotografías derivadas del vuelo Lidar para estimar *a priori* la cubierta vegetal del predio y su estado de conservación, así como la existencia de asentamientos humanos, carreteras y caminos cercanos al sitio. Posteriormente se realizaron recorridos en el predio siguiendo las coordenadas geográficas de la poligonal, así como los caminos y brechas circundantes, con el fin de reconocer el área del proyecto y detectar las vías de acceso vehicular y peatonal. Además, se realizaron vuelos con un dron DJI Phantom 3 Professional para lograr una visión aérea más completa del estado actual de la vegetación presente en el sitio del proyecto.

Se realizaron 67 transectos de 10m x 100m (1000 m^2) en la zona del predio con vegetación arbórea. En cada transecto se realizó un inventario de árboles con el DAP (Diámetro a la Altura del Pecho) igual o mayor a 7.5 cm. para cada individuo se midieron los siguientes atributos:

- Identificación de la especie
- Altura total y del fuste
- Cobertura
- CAP (Circunferencia a la Altura del Pecho)
- DAP (Diámetro a la altura del pecho)

El inicio de cada transecto se marcó con pintura roja para facilitar su ubicación. Las siguientes fotografías muestran la metodología realizada en campo, en el sitio del proyecto.



Figura 25. Fotografía de los recorridos de reconocimiento del sitio del proyecto



Figura 26. Fotografía del marcaje del inicio y fin de los transectos



Figura 27. Fotografía del equipo de trabajo ingresando al transecto.



Figura 28. Fotografía del levantamiento florístico en los transectos.



Figura 29. Transecto realizado en el sitio del proyecto.



Figura 30. Captura de fotografías de especies presentes en el sitio del proyecto.



Figura 31. Estimación de las alturas de los árboles.



Figura 32. Proceso de identificación de las especies.



Figura 33. Proceso de identificación de las especies.

El listado florístico de las especies observadas en los transectos se preparó de acuerdo con la nomenclatura de la Flora Ilustrada de la Península de Yucatán por Carnevalli et al. 2010, y se ordenó alfabéticamente por familias y especies. Se incluyen las categorías de forma de vida correspondientes a cada especie, las categorías de protección de acuerdo con la NOM–059–SEMARNAT–2010 y las especies endémicas de la Provincia Biótica Península de Yucatán.

Para realizar los análisis de abundancia, frecuencia y dominancia se contaron todas las especies de talla arbórea y arbustiva que cayeron dentro los transectos.

La estructura vertical de la vegetación se calculó con la distribución de las abundancias agrupando a los individuos en diferentes grupos de alturas. La estructura horizontal se estimó de manera similar tomando en cuenta el DAP de los individuos medidos, además se estimaron los parámetros que se presentan en la tabla siguiente, cuyas fórmulas se observan en la figura consecutiva.

Tabla 50. Parámetros calculados para la vegetación.

PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN
Riqueza	Número de especies
Densidad (D)	Número total de individuos por especie entre el total del área muestreada
Densidad relativa (DR)	Número de individuos por especie entre el total de individuos por cien
Frecuencia (F)	Número de transectos en los que se presenta la especie n

Frecuencia relativa (Fr)	Número de transectos en los que está la especie n entre la sumatoria de todas las especies por cien
Dominancia relativa (DmR)	Área basal de la especie entre el área basal de todas las especies por cien
Índice de Valor de Importancia (IVI)	IVI = Ar + Fr + Dr

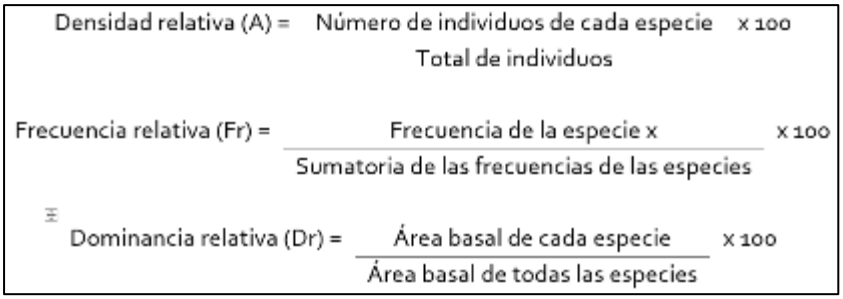


Figura 34. Parámetros calculados para la vegetación

Las fórmulas anteriores se utilizaron para calcular el Índice de Valor de Importancia de Curtis, el cual es un parámetro que revela la importancia ecológica relativa de cada especie, interpreta a las especies que están mejor adaptadas, ya sea porque son dominantes, muy abundantes o están mejor distribuidas. El máximo valor del I.V.I. es de 300. (Mostacedo & Fredericksen, 2000). La fórmula es la siguiente:

$$IVI = (Ar + Fr + Dr)/3$$

Donde:
IVI = Índice de valor de importancia
Ar = Abundancia relativa
Fr = Frecuencia relativa de la especie i
Dr = Dominancia relativa de la especie i
Este resultado se dividió entre tres para las especies arbóreas-arbustivas, arbóreas y arbustivas, toda vez que se contó con el área basal (dominancia) de las especies.

Área basal

El área basal es la superficie de la sección transversal del tallo de un árbol a la altura del pecho. El área basal (AB) se calcula mediante el diámetro a la altura del pecho, según la siguiente fórmula:

$$AB = d^2 \left(\frac{\pi}{4}\right)$$

En donde:

AB = Área basal
d^2 = Diámetro a la altura del pecho (en metros) al cuadrado
π = Pi (3.1416)

El área basal de una categoría diamétrica, de un grupo diamétrico o de todo el predio es igual a la suma de las áreas basales de todos los árboles considerados en cada caso.

Los factores ambientales y antropogénicos que han afectado al área se analizaron para evaluar el estado actual de la vegetación. Este análisis sirve de base para respaldar las recomendaciones sobre las medidas de mitigación que se proponen en función de las condiciones de la vegetación y de las especies seleccionadas, que se encuentran dentro del predio.

Además de las especies arbóreas, en cada transecto en banda se realizó un cuadrante de 10 x 10 m2 para identificar la presencia de todas las especies arbóreas, arbustivas y herbáceas que se encontraran dentro de ese perímetro. También se realizó un pequeño cuadrante de 1 x 1 m2 para identificar hierbas y plántulas en cada transecto.

Los transectos y cuadrantes de muestreo fueron georreferenciados en campo con la ayuda de un GPSMAP 64S Marca Garmin en coordenadas UTM Datum WGS-84.

La información del sitio fue documentada en libretas de campo y posteriormente, los datos fueron transcritos al formato de la tabla siguiente.

Tabla 51. Ejemplo de tabla para captura de datos de vegetación.

Especie	Parcelas			Total individuos	Área basal	Densidad Ind/ha	Densidad Relativa (%)	Frecuencia (%)	Dominancia (%)	Índice Valor Importancia
	1	2	n							
Total										

3.5.3. Muestreo de fauna

Para los muestreos de fauna silvestre, dada la extensión del predio se optó por la realización de una campaña de monitoreo que abarco una extensión de 20 días durante los meses de septiembre y octubre, coincidiendo con la temporada de lluvias y abarcando de igual forma la temporada de "nortes", obteniendo un registro más amplio de especies en el predio.

Se estableció como objetivo extraer datos para poder conocer a manera de inventario, la composición de las especies de fauna silvestre que ocupa el predio en cualquier modalidad (sitio de anidamiento, áreas de madrigueras, de paso, letrinas, etc.).

A continuación, se describen de manera detallada las metodologías empleadas para el registro de los diferentes grupos faunísticos presentes en el sitio del proyecto:

Aves

Recuentos en transectos de conteo por Puntos

Se utilizará la metodología de puntos de conteo ya que una de sus principales ventajas es contar a los individuos una sola vez y además constituyen uno de los métodos más populares utilizado para estudiar la abundancia, riqueza, densidad, composición y distribución de las aves y documentar los cambios poblacionales en las aves terrestres (Reynolds *et al.,* 1980; Bibby *et al.,* 1992; Ralph *et al.,* 1996).

El método consistirá en seleccionar sistemáticamente puntos sobre un transecto lineal (carretera de terracería) dentro de cada tipo de vegetación y estos estarán ubicados a una distancia preferiblemente de 150 a 250 m entre un punto y otro, esto es con el fin de que los muestreos sean independientes y evitar un doble conteo de individuos. El observador permanecerá fijo en un lugar durante un tiempo de diez minutos que es adecuado para la mayoría de los estudios en las áreas tropicales y se registrarán todas las aves detectadas, ya sea visual o auditivamente (Chávez–León y Velázquez, 2004); con este tiempo se tendrá una muestra de por lo menos el 80 por ciento de las especies presentes en el punto.

El conteo se comenzará después de un par de minutos de haber llegado para evitar algún efecto sobre el comportamiento de las aves por su llegada y presencia. El tiempo que dura el muestreo en cada punto será de 8 minutos.

La identificación de las especies de aves será a través de observación directa y auditiva; para las observaciones directas se utilizarán binoculares y guías de campo de aves y para las observaciones auditivas plataformas digitales siempre que se tenga cobertura de telefonía celular.

Los conteos se clasificarán en tres categorías de acuerdo con las características de cada ecosistema y de cómo el observador tratará la información sobre distancia de las aves (Fig. siguiente).

- Recuentos en punto sin estimación de distancia. Las aves detectadas se contarán sin tomar en consideración su distancia del observador, es decir, el radio será ilimitado.

- Recuentos en punto de radio variable. El observador estimará la distancia que lo separa del ave detectada.

- Recuentos en punto de radio fijo. Se registran detecciones de aves en un círculo con radio fijo alrededor del observador, además de toda detección fuera del radio.

Es importante mencionar que el radio dependerá de la densidad de la vegetación y de la habilidad del observador para detectar a todas las aves. Por lo tanto, el observador seleccionará el radio mayor en que le sea posible detectar a todas las aves. En el caso de la mayoría de los hábitats, especialmente en las áreas tropicales, el radio estándar utilizado es de 25 a 30 m y durante un periodo que oscila entre 5 y 10 minutos (Ralph *et al.,* 1996; González–Oreja *et al.,* 2007; MacGregor–Fors *et al.,* 2010).

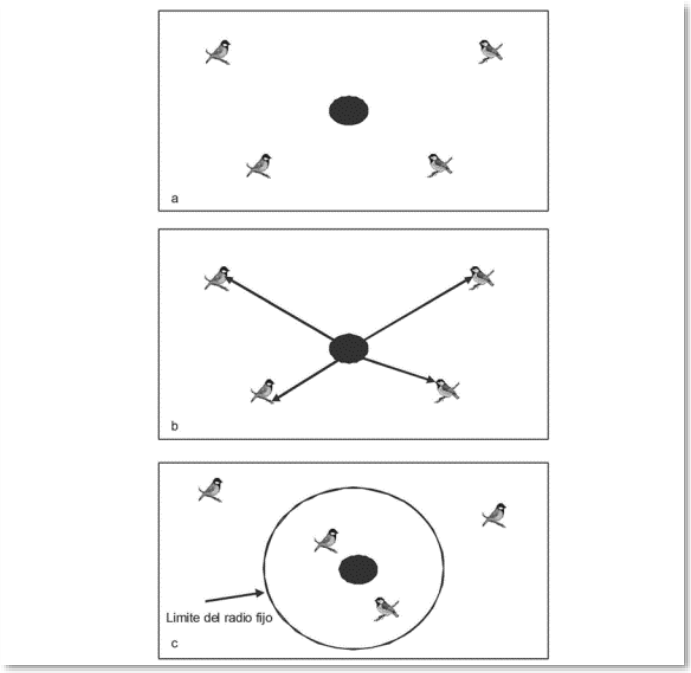


Figura 35. Un observador estacionario estudiando aves: a) un recuento en punto sin estimación de distancia; b) un recuento en punto de radio variable donde el observador estimara la distancia entre él y todas las aves; c) un recuento en punto con radio fijo en que se cuentan las aves adentro y más allá de una distancia predeterminada (radio) del observador.

Los puntos de conteo cumplirán los siguientes supuestos (Hutto *et al.,* 1986; Bibby *et al.,* 1992):

a) Las aves no se aproximan al observador o vuelan,

b) Las aves son 100% detectables al observador,

c) Las aves no se mueven mucho durante el periodo de conteo.

Redes de niebla

Durante las salidas de campo se establecieron 3 estaciones de redeo, en las que se instalaron 3 redes de niebla de 2.6 x 12 m. con 24 mm de luz de malla separadas aproximadamente 5 metros una de la otra.

En dichas estaciones se abrieron las redes al amanecer aproximadamente a las 5.30 am y se realizaban revisiones consecutivas cada 20 o 30 minutos según el número de capturas. Las redes permanecían abiertas hasta las 9.30 am. Todos los individuos capturados fueron identificados y posteriormente liberados evitando al máximo la recaptura en las redes.

Se presenta a continuación la distribución de las estaciones de rede establecidas en el sitio del proyecto:

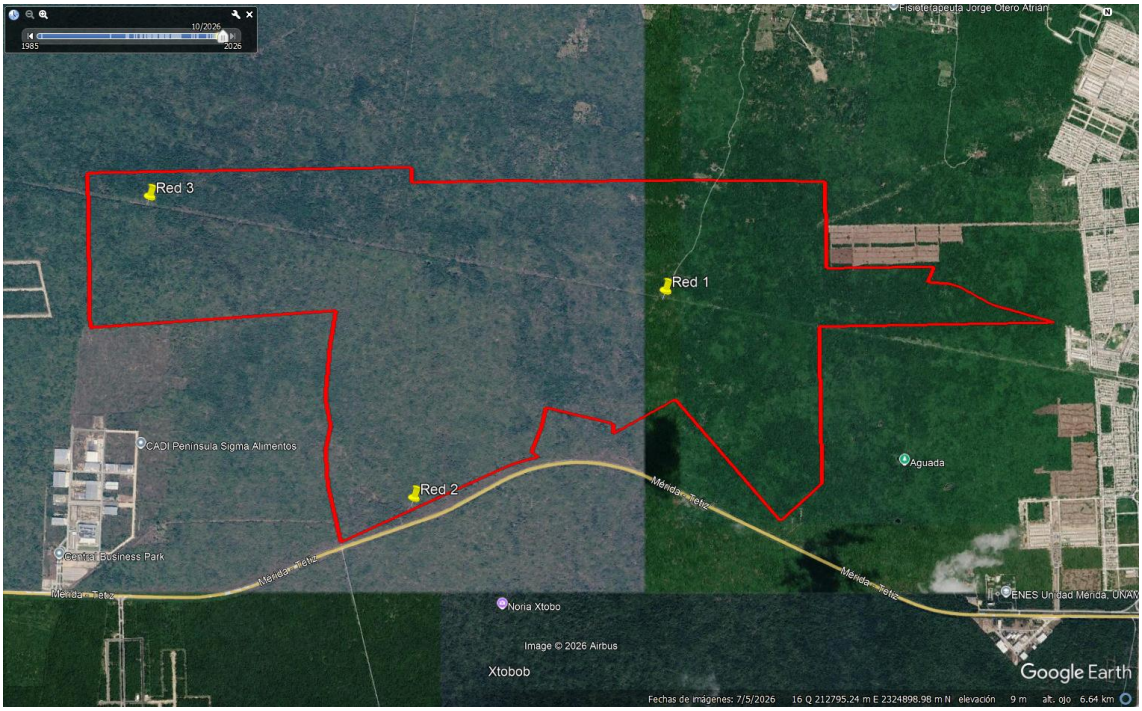


Figura 36. Estaciones de redes de niebla establecidas en el sitio del proyecto.

Se presentan a continuación las coordenadas de los sitios establecidos para la instalación de redes de niebla:

Tabla 52. Coordenadas de los sitios de redes para aves.

Sitio	X	Y
1	213418.00	2325253.00
2	211702.67	2323898.19
3	209960.00	2325941.00



Figura 37. Instalación de redes de niebla para muestreo de aves.

Anfibios y Reptiles

Revisión bibliográfica de los grupos de vertebrados

Se realizó una exhaustiva revisión bibliográfica a fin de actualizar la lista de especies de anfibios y reptiles encontradas en la literatura, cuyas distribuciones geográficas incluyeran el área de estudio. Para los anfibios y reptiles se consultaron las guías de Campbell (1998), Lee (1996 y 2000), Calderón-Mandujano *et al.,* (2009), Cedeño-Vázquez *et al*., (2006) y Köhler (2008 y 2011).

Esta revisión también incluye la valoración de endemismos, estatus de conservación y situación en la NOM-059-SEMARNAT-2010, que es el instrumento legal por medio del cual los Estados Unidos Mexicanos determinan las especies y subespecies de flora y fauna silvestres, tanto terrestres como acuáticas, que deban estar incluidas en alguna categoría de riesgo de extinción. Esta clasificación tiene cuatro categorías:

P: En peligro de extinción

A: Amenazadas

Pr: Sujetas a protección especial

E: Probablemente extintas en el medio silvestre

Adicionalmente, se realizó una revisión exhaustiva de las listas de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) para determinar las especies reportadas para el área de estudio que se encuentran en alguna categoría del CITES. Es pertinente mencionar que el CITES es un acuerdo internacional concertado entre los países cuya finalidad es la de velar que el comercio internacional de especímenes de animales y plantas silvestres no constituya una amenaza para la continuidad de sus poblaciones. Las especies amparadas por la CITES están incluidas en tres apéndices en función del grado de protección que necesiten:

Apéndice I. Se incluyen todas las especies en peligro de extinción. El comercio de especímenes de esas especies se autorizará solamente bajo circunstancias excepcionales.

Apéndice II. Se incluyen especies que no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, pero cuyo comercio debe controlarse a fin de evitar una utilización incompatible con su supervivencia como especie.

Apéndice III. Se incluyen especies que están protegidas en al menos un país y el cual haya solicitado la asistencia de otras partes en la CITES para controlar su comercio.

Por último, se tomaron en cuenta las categorías de clasificación de la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN por sus siglas en inglés). Esta clasificación tiene cinco categorías:

A) Preocupación menor (LC)

B) Casi amenazada (NT),

C) Vulnerable (VU)

D) Peligro de extinción (EN)

E) Peligro crítico de extinción (CR)

Técnicas de registro de ejemplares

Anfibios y reptiles

Para el inventario de las especies de anfibios y reptiles se realizó un muestreo intensivo en diferentes puntos dentro del área seleccionada. La verificación de anfibios y reptiles se realizó mediante la técnica denominada "búsqueda directa no restringida". Este es el método más simple y frecuentemente utilizado en el levantamiento de inventarios, consiste en realizar caminatas diurnas y nocturnas en busca minuciosa de reptiles y anfibios (buscar en todos los sitios posibles de encontrarlos; González-Romero y Murrieta-Galindo, 2008). Este método se realizó a una velocidad uniforme, intentando detectar la presencia de individuos (anfibios o reptiles).



Figura 38. Recorridos para el registro de anfibios y reptiles.

Esta búsqueda se realizó en transectos de diferente longitud que dependieron de la accesibilidad y de las condiciones climáticas. La búsqueda de herpetofauna se realizó en un rango de 7:00 a 11:00 hrs. durante el día y de 19:00 a 22:00 hrs. durante la noche. Adicionalmente se implementaron dos métodos complementarios: 6 trampas de caída (pitfall) con una apertura de 25 cm y una profundidad de 30 cm las cuales fueron colocadas estratégicamente alrededor de los cuerpos de agua conocidos en la zona; y trampas de embudo (de 91.4 × 30.48 cm con una red de polietileno de 0.63 cm, cebada con atún enlatado) que fueron colocadas dentro de los cuerpos de agua. Estos métodos adicionales se utilizaron en periodos de tiempo de 24 horas, para posteriormente ser retirados. Todos los organismos capturados fueron identificados y liberados posteriormente en el mismo sitio de captura.

Mamíferos

Metodología

Se describen las actividades realizadas por días para cada grupo, especificando los sitios donde estas se llevaron a cabo. Se realizaron métodos directos (trampas Sherman y cámaras trampa) e indirectos (transectos para búsquedas de rastros).

Mamíferos pequeños

Pequeños roedores: Se consideró todo el predio como un solo sitio, debido al tamaño de este. El muestreo se realizó utilizando diez trampas dispuestas en un transecto y separadas a 10 metros de cada una. Estuvieron dispuestas a manera de cruz y activas durante una noche. El área total cubierta fue de 1,000 m^2, abarcando diversos microhábitats

En cada estación de trampeo se ubicó una Sherman (8 x 9 x 23 cm) usando como hojuelas de avena y esencia de vainilla.

Tabla 53. Coordenadas de transectos trampas Sherman de muestreo de roedores.

Fecha de colocación	Fecha de retiro	Noches-Trampa	Coordenadas de inicio	Coordenadas intermedias	Coordenadas de Fin
23/09/2020	24/09/2020	1	2325113.23 N 213349.53 E	2325151.70 N 213312.15 E	2325186.84 N 213341.32 E



Figura 39. Disposición de las trampas Sherman en el transecto (línea blanca).



Figura 40. Instalación de trampas Sherman en el sitio del proyecto.

Mamíferos medianos y grandes

Para el muestreo de estos organismos se empleó métodos directos (avistamientos y cámaras trampas) e indirectos a través de rastros (huellas, excretas, letrinas, entre otros). Para este grupo se utilizó las guías de campo de Aranda (201224) y Ceballos y Oliva (200525). Los transectos se realizaron procurando abarcar la mayor superficie del área del proyecto, con una distancia variable acorde a las condiciones. Se utilizaron los mismos transectos usados para la observación de aves. Las cámaras trampa fueron dispuestas en diferentes zonas dentro del predio.

Transectos: Los registros se realizaron mediante transectos en línea con una distancia mínima de 500 m por día. Los transectos de rastros se realizaron siguiendo caminos, senderos o brechas en todo el predio, procurando ubicar y registrar posibles refugios (madrigueras, cuevas, entre otros). La abundancia relativa de mamíferos registrados por medio de huellas, excretas y/o rastros se determinará por especie de la siguiente manera: ***abundancia relativa***= No. registros/km recorrido.

Tabla 54. Coordenadas de transectos por medio de rastros por fechas.

Fecha	Transecto	Distancia	Coordenada inicio	Coordenada fin
21/09/2020	1	1000 m.	2325254.14 N. 213435.03 E.	2324646.42 N. 213773.13 E.
21/09/2020	2	1000 m.	2325814.90 N. 210581.94 E.	2326507.54 N. 211038.58 E.
22/09/2020	3	1000 m.	2325844.37 N. 210474.87 E.	2325175.54 N. 210184.59 E.
23/09/2020	4	1000 m.	2325449.18 N.	2324748.37 N.

Fecha	Transecto	Distancia	Coordenada inicio	Coordenada fin
			212480.43 E.	211950.93 E.
24/09/2020	5	1000 m.	2326034.49 N. 213777.92 E.	2325159.99 N. 213326.81 E.
25/09/2020	6	1000 m.	2326024.02 N. 215105.92 E.	2325677.48 N. 214236.09 E.
28/09/2020	7	1000 m.	2324971.91 N. 213220.82 E.	2324528.80 N. 212786.67 E.
29/09/2020	8	1000 m.	2328622.19 N. 211297.03 E.	2327803.90 N. 210877.39 E.

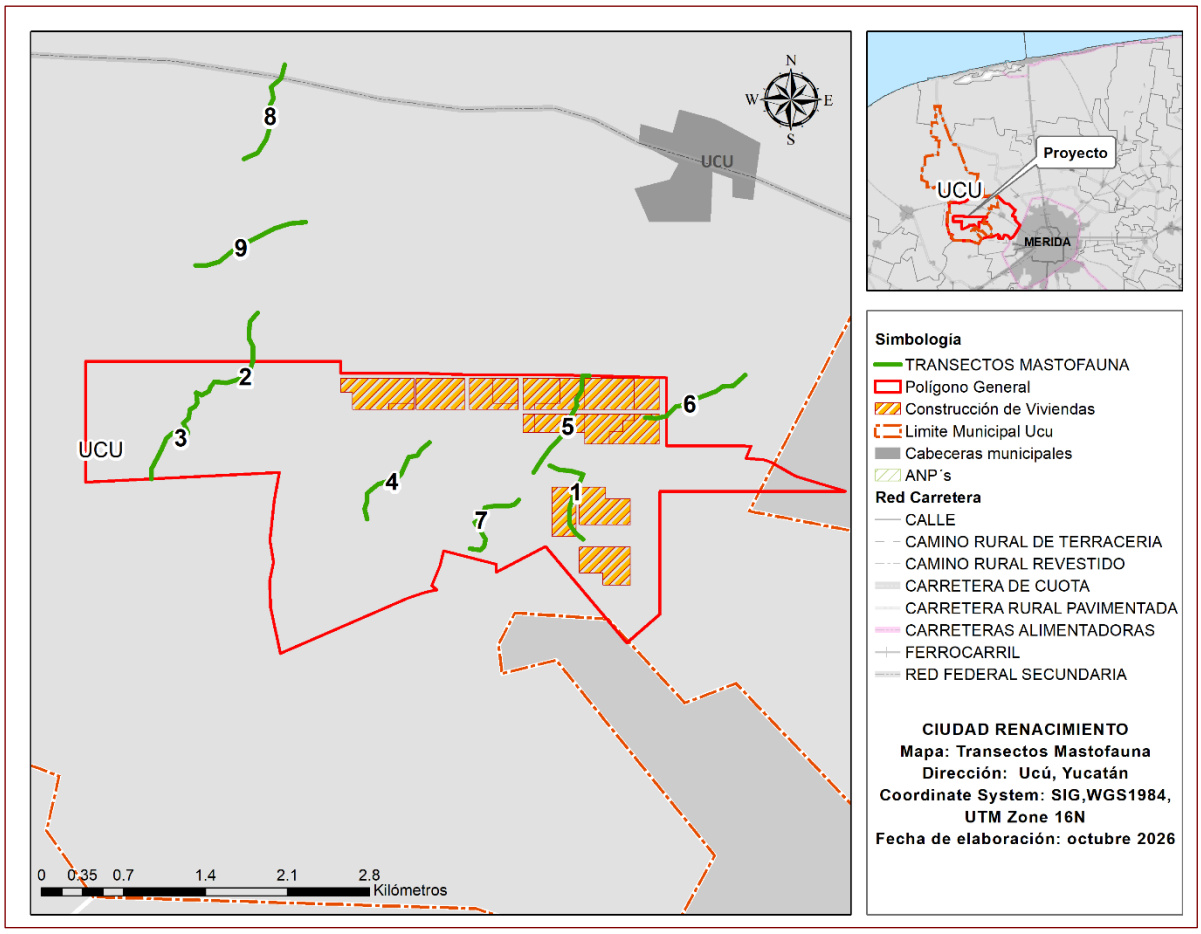


Figura 41. Ubicación de los transectos de Mastofauna.

Fototrampeo: Se emplearon quince fototrampas, de las cuales ocho fueron marca Bushnell y siete marca Moultrie colocadas a una distancia mínima de 200 metros entre ellas, ajustándolas a una altura de entre 50 a 80 cm del suelo. Para ello se ubicaron senderos aledaños o posibles refugios (madrigueras, cuevas, entre otros). Las cámaras se mantuvieron activas de manera continua durante

24 horas. Se programaron las cámaras para la toma de una secuencia de tres fotografías y video de la mayor calidad posible por evento.

En cada estación de fototrampeo se colocó como atrayente comida enlatada para gatos. Dado que el área del predio de ocupación del proyecto es de 2,700 ha aproximadamente, y que la distancia mínima recomendada para mamíferos medianos es 500 m acorde a su área de actividad, el número de cámaras es suficiente para cubrir toda el área. Los registros obtenidos dentro de los transectos se incluyeron en el análisis de abundancias relativas.

Tabla 55. Coordenadas de ubicación de cámaras trampa por fecha.

Fecha de colocación	Fecha de retiro	Días / Trampa	Número de Cámara Trampa	Coordenadas
21/09/2020	09/10/2020	18	1	2325150.97 N. 213338.38 E.
21/09/2020	09/10/2020	18	2	2325115.48 N. 213350.56 E.
21/09/2020	09/10/2020	18	3	2325109.41 N. 213335.81 E.
21/09/2020	09/10/2020	18	4	2324893.63 N. 213575.21 E.
21/09/2020	09/10/2020	18	5	2324864.24 N. 213599.57 E.
21/09/2020	09/10/2020	18	6	2324646.47 N. 213776.12 E.
21/09/2020	09/10/2020	18	7	2324640.43 N. 213804.40 E.
21/09/2020	09/10/2020	18	8	2324631.84 N. 213867.72 E.
21/09/2020	09/10/2020	18	9	2325947.04 N. 210779.49 E.
21/09/2020	09/10/2020	18	10	2325992.12 N. 210913.81 E.
21/09/2020	09/10/2020	18	11	2326136.18 N. 210977.59 E.
21/09/2020	09/10/2020	18	12	2330019.93 N. E.
21/09/2020	09/10/2020	18	13	2330510.60 N. 213138.04 E.
21/09/2020	09/10/2020	18	14	2330198.40 N. 212640.01 E.
21/09/2020	09/10/2020	18	15	2330058.45 N. 211864.88 E.

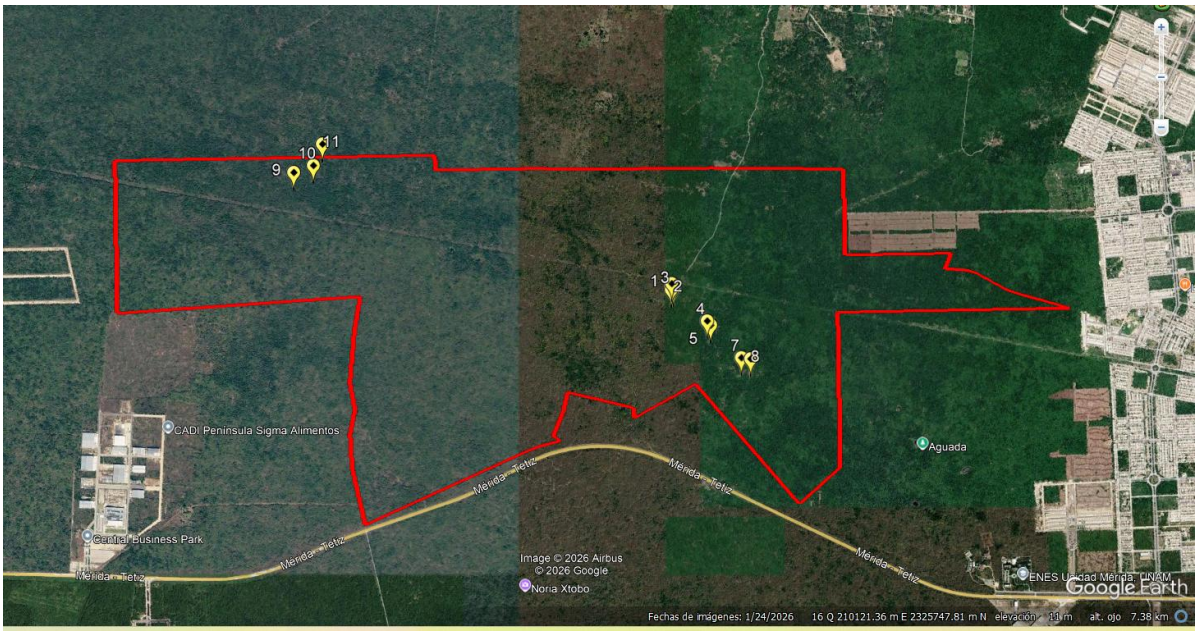


Figura 42. Ubicación de las cámaras trampa instaladas en el sitio.



Figura 43. Vista de las cámaras trampa en el sitio del estudio.

Quirópteros

En cuanto a los quirópteros, se desplegaron 2 redes de niebla por 8 noches con un esfuerzo de muestreo de 6 horas por noche para un total de 48 horas, dichas redes se ubicaron en zonas estratégicas para la captura de especímenes de este grupo, se consideraron senderos de vuelo y disponibilidad de recursos (árboles en floración y/o con frutos) principalmente.

Tabla 56. Coordenadas donde se desplegaron las redes de niebla por fechas.

Fecha de colocación	Fecha de retiro	Días / Trampa	Número de red	Coordenadas
21/09/2020	09/10/2020	18	1	2325150.97 N. 213338.38 E.
21/09/2020	09/10/2020	18	2	2325115.48 N. 213350.56 E.
21/09/2020	09/10/2020	18	3	2325109.41 N. 213335.81 E.
21/09/2020	09/10/2020	18	4	2324893.63 N. 213575.21 E.
21/09/2020	09/10/2020	18	5	2324864.24 N. 213599.57 E.
21/09/2020	09/10/2020	18	6	2324646.47 N. 213776.12 E.
21/09/2020	09/10/2020	18	7	2324640.43 N. 213804.40 E.
21/09/2020	09/10/2020	18	8	2324631.84 N. 213867.72 E.
21/09/2020	09/10/2020	18	9	2325947.04 N. 210779.49 E.
21/09/2020	09/10/2020	18	10	2325992.12 N. 210913.81 E.
21/09/2020	09/10/2020	18	11	2326136.18 N. 210977.59 E.
21/09/2020	09/10/2020	18	12	2330019.93 N. E.
21/09/2020	09/10/2020	18	13	2330510.60 N. 213138.04 E.
21/09/2020	09/10/2020	18	14	2330198.40 N. 212640.01 E.
21/09/2020	09/10/2020	18	15	2330058.45 N. 211864.88 E.



Figura 44. Vista de la colocación de las redes de niebla en el predio de estudio.

3.5.4. Análisis de diversidad y suficiencia del esfuerzo de muestreo

El análisis de diversidad biológica y suficiencia del esfuerzo de muestreo tiene como finalidad evaluar la composición, riqueza y abundancia de las especies de flora y fauna silvestres registradas en el Área del Proyecto (AP), así como determinar el grado en que las actividades de campo permitieron representar las comunidades biológicas presentes. Para ello, se consideraron los resultados de la caracterización florística y faunística desarrollada para el proyecto denominado "CIUDAD RENACIMIENTO", ubicado en el municipio de Ucú, Yucatán.

Análisis de diversidad florística

La caracterización de flora se desarrolló mediante el establecimiento de 67 transectos de 10 m de ancho por 100 m de longitud, equivalentes a una superficie individual de 1,000 m² y una superficie acumulada de muestreo de 67,000 m² (6.7 ha). En estas unidades se realizó el registro de ejemplares arbóreos con diámetro a la altura del pecho (DAP) igual o superior a 7.5 cm, considerando variables dasométricas como altura, cobertura, circunferencia y diámetro.

Como resultado de la caracterización florística general, se identificaron 183 especies, distribuidas en 59 familias botánicas, destacando Fabaceae, Euphorbiaceae y Asteraceae por su riqueza específica. Asimismo, se documentaron 18 especies endémicas y no se reportaron especies incluidas en alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 en el inventario presentado.

En cuanto a la estructura de la vegetación, se registraron 4,220 individuos dentro de los transectos establecidos, lo cual permitió obtener información sobre la composición del componente arbóreo y arbustivo-arbóreo del predio.

La riqueza florística registrada evidencia la presencia de una comunidad vegetal con diferentes formas de vida, incluyendo especies arbóreas, arbustivas, herbáceas, trepadoras y epífitas, características de los distintos estratos de la vegetación secundaria presente en el área de estudio.

Respecto a la suficiencia del esfuerzo de muestreo, la distribución de los 67 transectos proporciona una base cuantitativa para la caracterización de la vegetación arbórea.

Análisis de diversidad faunística

La caracterización faunística comprendió el registro de aves, anfibios, reptiles y mamíferos, mediante técnicas de observación, recorridos de campo y métodos específicos de detección y captura.

Avifauna. Se registraron 77 especies de aves, pertenecientes a 29 familias, con una abundancia acumulada de 696 individuos. La familia Tyrannidae presentó la mayor riqueza, con 13 especies, mientras que *Zenaida asiatica* fue la especie con mayor número de registros (66 individuos). El muestreo reporta un índice de diversidad de Shannon de H' = 1.657, lo que indica una distribución acorde con las abundancias entre las especies registradas, con mayor representación de algunas especies respecto de otras.

Herpetofauna. Para anfibios y reptiles se registraron 18 especies, distribuidas en 14 familias, con un total de 248 individuos. La especie más abundante fue *Sceloporus chrysostictus*, con 66 registros, equivalente aproximadamente al 26.6 % del total de individuos documentados para este grupo. El índice de diversidad de Shannon reportado fue H' = 2.309 y la equidad de Pielou J' = 0.799, valores que reflejan una diversidad apreciable dentro del conjunto de especies registrado. En relación con la suficiencia del esfuerzo de muestreo, las curvas de acumulación de especies presentadas en la caracterización muestran una tendencia a la estabilización después de los primeros 10 km recorridos. Este comportamiento permite reconocer que el esfuerzo aplicado fue útil para caracterizar una parte importante de la herpetofauna detectable durante la campaña, pero también demuestra la influencia de la heterogeneidad ambiental en el registro de especies.

Mastofauna. Se registraron 13 especies de mamíferos, pertenecientes a 12 familias, con 27 registros. La especie con mayor número de observaciones fue *Odocoileus virginianus*, con seis registros. El índice de diversidad de Shannon reportado fue H' = 2.365, mientras que la equidad de Pielou alcanzó J' = 0.922, lo que indica una distribución relativamente uniforme de los registros entre las especies detectadas. No obstante, debido a que algunas especies de mamíferos presentan hábitos nocturnos, comportamiento evasivo, bajas densidades poblacionales o amplios ámbitos hogareños, la riqueza observada debe interpretarse como el conjunto de especies detectadas mediante las técnicas y el periodo de muestreo empleados, sin asumir que representa la totalidad de la mastofauna potencialmente presente.

Evaluación de la suficiencia del esfuerzo de muestreo

La suficiencia del esfuerzo de muestreo se evalúa considerando la relación entre el número de unidades o jornadas de muestreo y el incremento de especies registradas. Una disminución progresiva en la incorporación de especies nuevas puede indicar que el inventario se aproxima a representar la

riqueza detectable mediante el diseño aplicado. Para la flora, el establecimiento de 67 transectos permitió obtener una muestra espacial de la vegetación arbórea. Para la fauna, la aplicación de distintas técnicas de registro favoreció la detección de especies con hábitos y requerimientos ecológicos diferentes. En el caso de la herpetofauna, las curvas de acumulación y rarefacción incluidas en el estudio proporcionan evidencia de una tendencia parcial a la estabilización de la riqueza. Por lo anterior, los resultados disponibles permiten sustentar la utilidad del esfuerzo realizado para establecer una línea base biológica del predio.

3.6. Resultados de los muestreos

3.6.1. Flora

En cuanto al Índice de Valor de importancia, como resultado del análisis de los transectos realizados, se presentan los resultados obtenidos para las formas de vida arbórea, arbórea y arbustiva y arbustiva. Como se mencionó previamente existen especies que se consideran con forma de vida arbórea-arbustiva, es decir que puede tener ambas formas.

Forma de vida arbórea:

Se estimó el valor de importancia de las especies arbóreas, tal como se presenta en la siguiente tabla. Los elementos contemplados son exclusivamente los que tuvieron un DAP superior a los 7.5 cm.

Tabla 57. Ejemplo de las especies arbóreas.

ESPECIE	ABUNDANCIA	ABUNDANCIA RELATIVA	FRECUENCIA	FRECUENCIA RELATIVA	DOMINANCIA (AB)	DOMINANCIA RELATIVA	IVI
Alvaradoa amorphoides	55	0.014	20	0.028	0.547	0.009	0.017
Apoplanesia paniculata	2	0.000	2	0.003	0.016	0.000	0.001
Bourreria pulchra	13	0.003	8	0.011	0.093	0.002	0.005
Bursera simaruba	514	0.126	62	0.086	14.500	0.236	0.149
Caesalpinia gaumeri	1061	0.261	63	0.088	11.477	0.186	0.178
Caesalpinia mollis	5	0.001	3	0.004	0.050	0.001	0.002
Caesalpinia yucatanensis	37	0.009	7	0.010	0.498	0.008	0.009
Ceiba aesculifolia	4	0.001	3	0.004	0.101	0.002	0.002
Ceiba schottii	4	0.001	2	0.003	0.055	0.001	0.002
Chloroleocon mangense	63	0.015	29	0.040	0.620	0.010	0.022
Cochlospermum vitifolium	5	0.001	1	0.001	0.049	0.001	0.001
Cordia dodecandra	2	0.000	1	0.001	0.080	0.001	0.001
Crateva tapia	21	0.005	6	0.008	0.318	0.005	0.006
Diopyros anisandra	3	0.001	2	0.003	0.017	0.000	0.001
Diospyros tetrasperma	1	0.000	1	0.001	0.006	0.000	0.001
Diospyros yatesiana	5	0.001	3	0.004	0.045	0.001	0.002
Diphysa carthagenensis	10	0.002	7	0.010	0.101	0.002	0.005
Ehretia tinifolia	5	0.001	2	0.003	0.372	0.006	0.003
Erythrina standleyana	4	0.001	2	0.003	0.030	0.000	0.001
Exostema caribaeum	4	0.001	2	0.003	0.024	0.000	0.001
Ficus cotinifolia	1	0.000	1	0.001	0.064	0.001	0.001
Guazuma ulmifolia	11	0.003	3	0.004	0.159	0.003	0.003
Guettarda elliptica	92	0.023	27	0.038	0.714	0.012	0.024
Gymnopodium floribundum	496	0.122	40	0.056	3.372	0.055	0.078
Gyrocarpus jatrophifolius	8	0.002	3	0.004	0.240	0.004	0.003

Havardia albicans	319	0.078	54	0.075	4.632	0.075	0.076
Hintonia octomera	1	0.000	1	0.001	0.005	0.000	0.001
Ipomoea hederifolia	3	0.001	3	0.004	0.046	0.001	0.002
Jacaratia mexicana	6	0.001	2	0.003	0.174	0.003	0.002
Jatropha gaumeri	124	0.031	39	0.054	0.884	0.014	0.033
Karwinskia humboldtiana	1	0.000	1	0.001	0.007	0.000	0.001
Leucaena leucocephala	12	0.003	6	0.008	0.108	0.002	0.004
Lonchocarpus xuul	5	0.001	4	0.006	0.053	0.001	0.003
Lonchocarpus yucatanensis	25	0.006	11	0.015	0.353	0.006	0.009
Lysiloma latisiliquum	287	0.071	48	0.067	8.714	0.142	0.093
Machaonia lindeniana	30	0.007	13	0.018	0.236	0.004	0.010
Maclura tinctoria	20	0.005	4	0.006	0.404	0.007	0.006
Malpighia glabra	2	0.000	1	0.001	0.013	0.000	0.001
Margaritaria nobilis	2	0.000	2	0.003	0.016	0.000	0.001
Mariosousa dolichostachya	3	0.001	3	0.004	0.033	0.001	0.002
Mimosa bahamenesis	35	0.009	27	0.038	0.184	0.003	0.016
Neea choriophylla	16	0.004	8	0.011	0.119	0.002	0.006
Neomillspaughia emarginata	8	0.002	1	0.001	0.050	0.001	0.001
Phyllostylon brasiliensis	20	0.005	3	0.004	0.204	0.003	0.004
Pilocarpus racemosus	11	0.003	5	0.007	0.151	0.002	0.004
Piscidia piscipula	311	0.077	49	0.068	6.808	0.111	0.085
Pithecellobíum dulce	25	0.006	4	0.006	0.175	0.003	0.005
Podopterus mexicanus	3	0.001	1	0.001	0.026	0.000	0.001
Senegalia gaumeri	165	0.041	39	0.054	1.405	0.023	0.039
Senegalia riparia	2	0.000	1	0.001	0.012	0.000	0.001
Senna atomaria	12	0.003	8	0.011	0.169	0.003	0.006
Sideroxylon obtusifolium	2	0.000	2	0.003	0.018	0.000	0.001

Solanum hirtum	2	0.000	2	0.003	0.000	0.000	0.001
Spondias purpurea	10	0.002	6	0.008	0.059	0.001	0.004
Thouinia paucidentata	125	0.031	40	0.056	2.193	0.036	0.041
Trichilia glabra	11	0.003	9	0.013	0.149	0.002	0.006
Vachellia pennatula	12	0.003	8	0.011	0.140	0.002	0.005
Vitex gaumeri	6	0.001	3	0.004	0.158	0.003	0.003
Ximenia americana	2	0.000	2	0.003	0.015	0.000	0.001
Xylosma flexuosa	17	0.004	5	0.007	0.219	0.004	0.005
Zanthoxylum caribaeum	1	0.000	1	0.001	0.044	0.001	0.001
Zuelania guidonia	3	0.001	2	0.003	0.021	0.000	0.001
TOTAL	**4065**	**1**	**718**	**1**	**61.545953006**	**1**	**3**

Forma de vida arbórea-arbustiva

Este análisis se realizó con los datos recabados en los transectos de 10x100 m, y solo considera individuos que presentan diámetros a la altura del pecho iguales o mayores a 7.5 cm.

Tabla 58. De las especies arbóreas-arbustivas

ESPECIE	ABUNDANCIA	ABUNDANCIA RELATIVA	FRECUENCIA	FRECUENCIA RELATIVA	DOMINANCIA (AB)	DOMINANCIA RELATIVA	IVI
Crateva tapia	21	0.216	6	0.200	0.318	0.248	0.222
Diphysa carthagenensis	5	0.052	3	0.100	0.043	0.033	0.062
Jacaratia mexicana	6	0.062	2	0.067	0.174	0.136	0.088
Karwinskia humboldtiana	1	0.010	1	0.033	0.007	0.006	0.016
Lonchocarpus yucatanensis	14	0.144	4	0.133	0.271	0.212	0.163
Malpighia glabra	2	0.021	1	0.033	0.013	0.010	0.021
Mariosousa dolichostachya	3	0.031	3	0.100	0.033	0.026	0.052
Pithecellobium dulce	25	0.258	4	0.133	0.175	0.137	0.176
Podopterus mexicanus	3	0.031	1	0.033	0.026	0.020	0.028
Xylosma flexuosa	17	0.175	5	0.167	0.219	0.171	0.171

TOTAL	97	1	30	1	1.279	1	1

Forma de vida arbustiva

Este análisis se realizó con los datos recabados en los transectos de 10x100 m, y solo considera arbustos que presentan diámetros a la altura del pecho iguales o mayores a 7.5 cm.

Tabla 59. De las especies arbustivas

ESPECIE	ABUNDANCIA	ABUNDANCIA RELATIVA	FRECUENCIA	FRECUENCIA RELATIVA	DOMINANCIA (AB)	DOMINANCIA RELATIVA	IVI
Exostema caribaeum	19	0.124	3	0.052	0.185	0.150	0.108
Neomillspaughia emarginata	10	0.065	7	0.121	0.072	0.058	0.081
Randia longiloba	65	0.425	25	0.431	0.530	0.428	0.428
Randia obcordata	4	0.026	2	0.034	0.028	0.022	0.028
Samyda yucatanensis	1	0.007	1	0.017	0.006	0.005	0.009
Senna racemosa	53	0.346	19	0.328	0.413	0.333	0.336
Vachellia collinsii	1	0.007	1	0.017	0.005	0.004	0.009
TOTAL	153	1	58	1	1.238	1	1

Forma de vida herbácea.

Las formas de vida herbáceas que se presentan incluyen especies arbustivas y herbáceas, pero que se encontraron dentro del estrato herbáceo, es decir plántulas juveniles, que cuando se desarrollen formarán parte de estratos más altos.

Tabla 60. De las especies herbáceas

ESPECIE	ABUNDANCIA	ABUNDANCIA RELATIVA	FRECUENCIA	FRECUENCIA RELATIVA	IVI
Acalypha alopecuroides	2	0.004	2	0.004	0.004
Acanthocereus tetragonus	1	0.002	1	0.002	0.002
Alvaradoa amorphoides	1	0.002	1	0.002	0.002
Aphelandra scabra	2	0.004	2	0.004	0.004
Arrabidaea floribunda	4	0.008	4	0.008	0.008
Bidens cynapiifolia	2	0.004	2	0.004	0.004
Bonellia flammea	1	0.002	1	0.002	0.002
Bourreria pulchra	2	0.004	2	0.004	0.004
Bromelia karatas	1	0.002	1	0.002	0.002
Bunchosia swartziana	1	0.002	1	0.002	0.002
Bursera simaruba	7	0.014	7	0.015	0.015
Caesalpinia gaumeri	8	0.017	8	0.017	0.017
Chamaecrista flexuosa	4	0.008	4	0.008	0.008
Chiococca alba	4	0.008	4	0.008	0.008
Cissus microcarpa	1	0.002	1	0.002	0.002
Cnidoscolus souzae	3	0.006	3	0.006	0.006
Corchorus siliquosus	2	0.004	2	0.004	0.004
Croton chichenensis	9	0.019	9	0.019	0.019
Croton humilis	4	0.008	4	0.008	0.008
Croton humilis	5	0.010	5	0.010	0.010
Dalea carthagenensis	3	0.006	3	0.006	0.006
Dictyanthus aeneus	4	0.008	4	0.008	0.008
Dioscorea floribunda	36	0.075	35	0.073	0.074
Dioscorea matagalpensis	1	0.002	1	0.002	0.002
Diospyros anisandra	4	0.008	4	0.008	0.008
Diospyros tetrasperma	8	0.017	8	0.017	0.017
Diospyros yatesiana	2	0.004	2	0.004	0.004
Diphysa carthagenensis	1	0.002	1	0.002	0.002
Echeandia campechiana	3	0.006	3	0.006	0.006
Elytraria bromoides	12	0.025	12	0.025	0.025
Elytraria bromoides/imbricata	9	0.019	9	0.019	0.019

Erythrina standleyana	5	0.010	5	0.010	0.010
Euphorbia cyathophora	3	0.006	3	0.006	0.006
Euphorbia heterophylla	1	0.002	1	0.002	0.002
Euphorbia mesembryanthemifolia	1	0.002	1	0.002	0.002
Euphorbia ocymoidea	1	0.002	1	0.002	0.002
Exostema caribaeum	3	0.006	3	0.006	0.006
Guettarda elliptica	1	0.002	1	0.002	0.002
Gymnopodium floribundum	8	0.017	8	0.017	0.017
Hampea trilobata	1	0.002	1	0.002	0.002
Heliotropium angiospermum	1	0.002	1	0.002	0.002
Hintonia octomera	3	0.006	3	0.006	0.006
Hybanthus yucatanensis	1	0.002	1	0.002	0.002
Hybantus yucatanensis	1	0.002	1	0.002	0.002
Hyptis suaveolens	3	0.006	3	0.006	0.006
Indigofera suffruticosa	2	0.004	1	0.002	0.003
Ipomoea carnea	3	0.006	3	0.006	0.006
Ipomoea costellata	2	0.004	2	0.004	0.004
Ipomoea hederifolia	3	0.006	3	0.006	0.006
Ipomoea triloba	3	0.006	3	0.006	0.006
Ipomoea tuxtlensis	7	0.014	7	0.015	0.015
Isocarpha oppositifolia	1	0.002	1	0.002	0.002
Jacquemontia pentantha	1	0.002	1	0.002	0.002
Jatropha gaumeri	1	0.002	1	0.002	0.002
Justicia carthagenensis	4	0.008	4	0.008	0.008
Lasiacis divaricata	29	0.060	29	0.061	0.060
Lasiacis ruscifolia	2	0.004	2	0.004	0.004
Lysiloma latisiliquum	8	0.017	8	0.017	0.017
Macfadyena uncata	7	0.014	6	0.013	0.014
Macfadyena unguis	2	0.004	2	0.004	0.004
Malpighia glabra	3	0.006	3	0.006	0.006
Melampodium divaricatum	1	0.002	1	0.002	0.002
Melampodium gracile	4	0.008	4	0.008	0.008
Mentzelia aspera	1	0.002	1	0.002	0.002
Merremia aegyptia	11	0.023	11	0.023	0.023
Merremia dissecta	4	0.008	4	0.008	0.008
Mimosa bahamensis	22	0.046	22	0.046	0.046
Neea psychotrioides	2	0.004	1	0.002	0.003

Neomillspaughia emarginata	22	0.046	22	0.046	0.046
Nissolia fruticosa	4	0.008	4	0.008	0.008
Nopalea gaumeri	2	0.004	2	0.004	0.004
Nopalea gaumeri	4	0.008	4	0.008	0.008
Nopalea inaperta	1	0.002	1	0.002	0.002
Ocimum campechianum	5	0.010	5	0.010	0.010
Oxalis frutescens	1	0.002	1	0.002	0.002
Parmentiera millspaughiana	5	0.010	5	0.010	0.010
peperomia pellucida	1	0.002	1	0.002	0.002
Piscidia piscipula	17	0.035	17	0.035	0.035
Pithecellobíum dulce	2	0.004	2	0.004	0.004
Priva lappulacea	4	0.008	4	0.008	0.008
Quadrella incana	1	0.002	1	0.002	0.002
Randia longiloba	2	0.004	2	0.004	0.004
Randia obcordata	3	0.006	3	0.006	0.006
Ruellia inundata	1	0.002	1	0.002	0.002
Ruellia nudiflora	4	0.008	4	0.008	0.008
Samyda yucatanensis	1	0.002	1	0.002	0.002
Schistophragma pusilla	1	0.002	1	0.002	0.002
Senegalia gaumeri	20	0.041	20	0.042	0.042
Senegalia riparia	11	0.023	11	0.023	0.023
Senna racemosa	4	0.008	4	0.008	0.008
Serjania yucatanensis	6	0.012	6	0.013	0.012
Sida acuta	1	0.002	1	0.002	0.002
Spermacoce verticillata	4	0.008	4	0.008	0.008
Spondias purpurea	3	0.006	3	0.006	0.006
Stachytarpheta angustifolia	1	0.002	1	0.002	0.002
Tabernaemontana amygdalifolia	2	0.004	2	0.004	0.004
Thouinia paucidentata	12	0.025	12	0.025	0.025
Tragia yucatanensis	8	0.017	8	0.017	0.017
Trichilia glabra	1	0.002	1	0.002	0.002
Vachellia collinsii	8	0.017	8	0.017	0.017
Varronia globosa	1	0.002	1	0.002	0.002
Waltheria indica	2	0.004	2	0.004	0.004
Wedelia acapulcensis	10	0.021	10	0.021	0.021
Xylosma flexuosa	1	0.002	1	0.002	0.002
TOTAL	**483**	**1**	**479**	**1**	**1**

Se presenta el listado florístico con la totalidad de las especies encontradas en el sitio, clasificadas a nivel de especie, así mismo se indican las familias a las que pertenece, las formas de vida y si se encuentran registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 o endemismos. Se identificaron en el sitio del proyecto un total de 183 especies de flora. Se identificaron un total de 18 especies endémicas y ninguna especie dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Las especies identificadas en el sitio del proyecto se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 61. Listado florístico.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	ESTATUS
Acanthaceae	Aphelandra scabra	Cola de gallo	Herbácea	
Acanthaceae	Dicliptera sexangularis	yich kaan	Herbácea	
Acanthaceae	Elytraria bromoides/imbricata	lengua de sapo, chjiolu'um	Herbácea	
Acanthaceae	Justicia carthagenensis	aka' xiiw	Herbácea	
Acanthaceae	Justicia lundellii	aka' xiiw	Herbácea	Endémica
Acanthaceae	Ruellia blechum	k'uu chel	Herbácea	
Acanthaceae	Ruellia inundata	me'ex chivo	Herbácea	
Acanthaceae	Ruellia nudiflora	berraco xiiw, cruz xiiw	Herbácea	
Agavaceae	Agave fourcroydes	henequén	Herbácea	
Amaranthaceae	Alternanthera flavescens	sak-mul	Herbácea	
Anacardiaceae	Spondias purpurea	Ciruela	Arbórea	
Annonaceae	Sapranthus campechianus	chak ma'ax	Arbórea	
Anthericaceae	Echeandia campechiana		Herbácea	Endémica
Apocynaceae	Asclepias curassavica	anal xiiw	Herbácea	
Apocynaceae	Cascabela gaumeri	aak'its	Arbórea	
Apocynaceae	Dictyanthus aeneus		Herbácea trepadora	Endémica
Apocynaceae	Dictyanthus yucatanensis	mejen k'ek'en	Herbácea trepadora	Endémica
Apocynaceae	Mandevilla subsagittata	sak iits'	Liana	
Apocynaceae	Tabernaemontana amygdalifolia	uts'um péek'	Arbustiva	
Asparagaceae	Dracaena trifasciata	lengua de vaca	Herbácea	
Asteraceae	Bidens cynapiifolia	k'an aak'	Herbácea	
Asteraceae	Melampodium divaricatum	tajonal	Herbácea	
Asteraceae	Melampodium gracile	tajonal	Herbácea	
Asteraceae	Melanthera nivea	levisa xiiw	Herbácea	

Asteraceae	Plagiolophus millspaughii	virginia k'aax	Herbácea	Endémica
Asteraceae	Sanvitalia procumbens	baaken boox	Herbácea	
Asteraceae	Tithonia diversifolia	chak-suum	Herbácea	
Asteraceae	Viguiera dentata	tahonal	Herbácea	
Asteraceae	Wedelia acapulcensis	antes Wedelia acapulcensis, sajum	Herbácea	
Bignoniaceae	Arrabidaea floribunda	anilkab, anil aak'	Bejuco	
Bixaceae	Cochlospermum vitifolium	madera de pasta; chuun	Arbórea	
Bognoniaceae	Parmentiera millspaughiana	pepino de monte	Arbórea	
Boraginaceae	Bourreria pulchra	bakal che'	Arbórea	Endémica
Boraginaceae	Cordia dodecandra	siricote	Arbórea	
Boraginaceae	Ehretia tinifolia	roble	Arbórea	
Boraginaceae	Heliotropium angiospermum	cola de alacrán	Herbácea	
Boraginaceae	Varronia globosa	oregano silvestre	Arbustiva	
Bromeliaceae	Aechmea bracteata	gallito	Herbácea epífita	
Bromeliaceae	Bromelia karatas	piñuela; chak ch'om	Herbácea epífita	
Burseraceae	Bursera simaruba	chaka	Arbórea	
Cactaceae	Acanthocereus tetragonus	tsakam	Herbácea erecta	
Cactaceae	Nopalea gaumeri	tsakam	Arbustiva	Endémica
Cactaceae	Nopalea inaperta	tsakam soots'	Arbustiva	
Cactaceae	Opuntia stricta	nopal serrano	Arbustiva	
Cactaceae	Pereskiopsis kellermani	Cola de lagarto	Arbustiva	
Cactaceae	Pilosocereus gaumeri	nej kisin	Herbácea erecta	Endémica
Cactaceae	Selenicereus grandiflorus ssp. donkelaarii	aak'il pak'am	Herbácea epífita	
Capparaceae	Crateva tapia	k'olo'ma'ax	Arbórea o arbustiva	
Capparaceae	Quadrella incana	antes capparis incana, bojk'anche'	Arbustiva	
Caricaceae	Carica papaya	papaya	Arbórea o arbustiva	
Caricaceae	Jacaratia mexicana	bonete	Arbórea o arbustiva	
Celastraceae	Semialarium mexicanum	chun tok'	Arbórea	
Commelinaceae	Commelina erecta	flor de la virgen	Herbácea	
Convolvulaceae	Ipomoea carnea	campanilla	Bejuco	
Convolvulaceae	Ipomoea costellata	costelata	Herbácea	

Convolvulaceae	Ipomoea crinicalyx	trompillón	Herbácea trepadora	
Convolvulaceae	Ipomoea hederifolia	chak lool	Herbácea trepadora	
Convolvulaceae	Ipomoea triloba	bejuquillo de puerco	Herbácea trepadora	
Convolvulaceae	Ipomoea tuxtlensis	le'aak'	Herbácea	
Convolvulaceae	Jacquemontia pentantha	ya'ax aak'	Herbácea trepadora	
Convolvulaceae	Merremia aegyptia	tso' ots' aak'	Enrredadera	
Dioscoreaceae	Dioscorea floribunda	makal kuch ak, chen-chak	Herbácea trepadora	
Ebenaceae	Diospyros anisandra	k'aakalche'	Arbórea	Endémica
Ebenaceae	Diospyros tetrasperma	antes Diospyros cuneata, sip che'	Arbórea	
Ebenaceae	Diospyros yatesiana	siliil	Arbórea	
Euphorbiaceae	Acalypha alopecuroidea	cola de gato	Herbácea	
Euphorbiaceae	Cnidoscolus souzae	chaya	Herbácea	Endémica
Euphorbiaceae	Croton chichenensis	xikin burro, éck baalam	Arbustiva	Endémica
Euphorbiaceae	Croton humilis	iik aban	Arbustiva	
Euphorbiaceae	Euphorbia cyathophora	jobon xiiw,	Herbácea	
Euphorbiaceae	Euphorbia heterophylla	golondrina, xanabmukuy	Herbácea	
Euphorbiaceae	Euphorbia mesembryanthemifolia	siis ja',	Herbácea	
Euphorbiaceae	Euphorbia ocymoidea	sak iits	Herbácea	
Euphorbiaceae	Gymnanthes lucida	ts'iitil	Arbórea	
Euphorbiaceae	Jatropha gaumeri	pomol che'	Arbórea	
Euphorbiaceae	Manihot carthaginensis	yuca de monte	Arbustiva	
Euphorbiaceae	Tragia yucatanensis	p'op ox	Bejuco	
Fabaceae	Centrosema virginianum	ib che'	Herbácea trepadora	
Fabaceae	Chamaecrista flexuosa		Herbácea	
Fabaceae	Chloroleucon mangense	ya' ax eek'	Arbórea	
Fabaceae	Dalea carthagenensis	ch'o'	Herbácea	
Fabaceae	Desmodium incanum		Herbácea	
Fabaceae	Diphysa carthagenensis	susuk, ts'u'ts'uk	Arbórea o arbustiva	
Fabaceae	Enterolobium cyclocarpum	Piich	Arbórea	
Fabaceae	Erythrina standleyana	chak mo'ol che'	Herbácea	
Fabaceae	Indigofera suffruticosa	plátano xiiw	Arbustiva	
Fabaceae	Leucaena leucocephala	waxim	Arbórea	
Fabaceae	Lonchocarpus xuul	palo gusano	Arbórea	

Fabaceae	Lonchocarpus yucatanensis	ya'ax xu'ul	Arbórea o arbustiva	Endémica
Fabaceae	Lysiloma latisiliquum	tzalam	Arbórea	
Fabaceae	Mariosousa dolichostachya	Kabal piich	Arbórea o arbustiva	
Fabaceae	Nissolia fruticosa	k'an t'u'ul	Herbácea trepadora	
Fabaceae	Pithecellobíum dulce	ts'iuche'	Arbórea o arbustiva	
Fabaceae	Senegalia riparia	antes Acacia riparia boxcatsin	Arbustiva	
Fabaceae	Senna racemosa	k'an lool	Arbustiva	
Fabaceae	Senna villosa	saal che'	Arbustiva	
Fabaceae	Tephrosia cinerea	bu'ul beech'	Herbácea	
Fabaceae	Vachellia collinsii	antes Acacia collinsii, subin che'	Arbustiva	
Fabaceae	Vachellia pennatula	Chimay	Arbórea	
Fabaceae	Zapoteca formosa	taman che'	Herbácea	
Facaceae	Apoplanesia paniculata	cholul, x ki'ik che'	Arbórea	
Facaceae	Bauhinia divaricata	ts' ulub took', pata de vaca	Arbórea	
Facaceae	Caesalpinia gaumeri	kitim che'	Arbórea	
Facaceae	Caesalpinia mollis	chak te'	Arbórea	
Facaceae	Caesalpinia yucatanensis	taa k'in che'	Arbórea	
Facaceae	Havardia albicans	chukum	Arbórea	
Facaceae	Mimosa bahamensis	sak káatsim	Arbórea	
Facaceae	Piscidia piscipula	ja'abin	Arbórea	
Facaceae	Senegalia gaumeri	box kaatsim	Arbórea	
Facaceae	Senna atomaria	flor amarillo	Arbórea	
Hernandiaceae	Gyrocarpus jatrophifolius	kiste'	Arbórea	
Lagasceae	Lagascea mollis	baakem boox	Herbácea	
Lamiaceae	Callicarpa acuminata	pukin	Arbustiva	
Lamiaceae	Hyptis suaveolens	mastranzo	Herbácea	
Lamiaceae	Ocimum campechianum	x kakaltu'um	Herbácea	
Lamiaceae	Salvia coccinea	t'uup k'iini	Herbácea	
Lamiaceae	Vitex gaumeri	ya'axnik	Arbórea	
Loasaceae	Gronovia scandens	láal muuch	Herbácea rastrera	
Loasaceae	Mentzelia aspera	pega pega, tsayun tsay	Herbácea	
Loranthaceae	Psittacanthus mayanus	mata palo, muerdago	Parásita	
Malpighiaceae	Malpighia glabra	sip che'	Arbórea o arbustiva	
Malvaceae	Abutilon permolle	sak xiiw	Herbácea	

Malvaceae	Ceiba aesculifolia	pochote	Arbórea	
Malvaceae	Ceiba schottii	píin	Arbórea	Endémica
Malvaceae	Guazuma ulmifolia	pixoy	Arbórea	
Malvaceae	Helicteres baruensis	sutup	Arbustiva	
Malvaceae	Herissantia crispa	sak miis	Herbácea	
Malvaceae	Sida acuta	chi'chi'bej	Arbustiva	
Malvaceae	Waltheria indica	malva de monte	Herbácea	
Meliaceae	Trichilia americana		Arbórea	
Meliaceae	Trichilia glabra	antes Trichilia arborea, h'oben che'	Arbórea	
Menispermaceae	Cissampelos pareira	barba de viejo, péepen tuunich	Herbácea	
Moraceae	Ficus cotinifolia	alamo; kopo'	Arbórea	
Moraceae	Maclura tinctoria	mora	Arbórea	
Nyctaginaceae	Mirabilis violacea	Hierba del golpe	Herbácea	
Nyctaginaceae	Neea choriophylla	ta'tsi', pinta uña	Arbórea o arbustiva	
Nyctaginaceae	Neea psychotrioides	ta'tsi'	Arbórea o arbustiva	
Nyctaginaceae	Pisonia aculeata	uña de gato, bee	Bejuco	
Orchidaceae	Cohniella ascendens	puuts' che'	Herbácea epífita	
Orchidaceae	Oeceoclades maculata	Orquídea monja africana	Herbácea epífita	
Oxalidaceae	Oxalis frutescens	lenteja xiiw	Herbácea	
Passifloraceae	Passiflora bicornis	kasu' uk	Herbácea trepadora	
Pedaliaceae	Martynia annua	uña del diablo	Herbácea	
Phytolaccaceae	Rivina humilis	k'uxu'ub kaan	Herbácea	
Plantaginaceae	Schistophragma pusilla		Herbácea	
Plumbaginaceae	Plumbago zeylanica	chaab aak'	Herbácea	
Poaceae	Lasiacis divaricata	carricillo	Herbácea	
Poaceae	Lasiacis ruscifolia	siit	Herbácea	
Polygonaceae	Gymnopodium floribundum	ts'iits'ilche'	Arbórea	
Polygonaceae	Neomillspaughia emarginata	sak iitsa'	Arbustiva	Endémica
Primulaceae	Bonellia flammea	chak sik'iin, sik'iin k'aax	Arbórea	
Rhamnaceae	Colubrina yucatanensis	pimienta che'	bejuco	
Rhamnaceae	Karwinskia humboldtiana	lu'um che'	Arbórea o arbustiva	
Rubiaceae	Chiococca alba	madreselva, chakan che'	Arbustiva	
Rubiaceae	Exostema caribaeum	sabak ché	Arbustiva	

Rubiaceae	Guettarda elliptica	pichi'che'	Arbórea	
Rubiaceae	Machaonia lindeniana	tank'an che'	Arbórea	
Rubiaceae	Mitracarpus hirtus		Herbácea	
Rubiaceae	Randia aculeata	puuts' che'	Arbustiva	
Rubiaceae	Randia longiloba	cruz k'iix	Arbustiva	Endémica
Rubiaceae	Randia obcordata	altanisa, cruz k'iix	Arbustiva	
Rubiaceae	Randia truncata	limón che'	Arbustiva	Endémica
Rubiaceae	Spermacoce verticillata	sak sajun	Herbácea	
Rutaceae	Pilocarpus racemosus	Tamk'as che'	Arbórea	Endémica
Salicaceae	Samyda yucatanensis	xikin juj	Arbustiva	Endémica
Salicaceae	Xylosma flexuosa	granadillo	Arbórea o arbustiva	
Sapindaceae	Serjania yucatanensis	chéen peek	Herbácea trepadora	
Sapindaceae	Thouinia paucidentata	k'an chuunup	Arbórea	
Scrophulariaceae	Capraria biflora	claudiosa	Herbácea	
Scrophulariaceae	Capraria frutescens	claudiosa	Herbácea	
Simaroubaceae	Alvaradoa amorphoides	bel siinik che'	Arbórea	
Solanaceae	Capsicum annuum	chile maax	Arbustiva	
Solanaceae	Physalis campechiana	tomatillo	Arbustiva	
Solanaceae	Solanum americanum	chililllo	Herbácea	
Solanaceae	Solanum hirtum	tomatillo	Arbustiva	
Solanaceae	Solanum tridynamum	berenjena	Arbustiva	
Ulmaceae	Phyllostylon brasiliense	káan che'	Arbórea	
Verbenaceae	Lantana camara	mo'ol peek	Arbustiva	
Verbenaceae	Priva lappulacea	pega pega	Herbácea	
Verbenaceae	Stachytarpheta angustifolia		Herbácea	
Vitaceae	Cissus microcarpa	xta' kanil	Bejuco	
Vitaceae	Vitis tiliifolia	vas de mont; xta'kanil	Bejuco	
Ximeniaceae	Ximenia americana	chabalaca	Arbórea	

Se presentan algunas fotografías tomadas al interior del predio, de las especies de flora identificadas.



Elytraria bromoides, especie herbácea



Diospyros anisandra especie arbórea



Nissolia fruticosa



Karwinskia humboldtiana



Vachellia pennatula



Serjania yucatanensis



Erythrina standleyana



Spondias purpurea

Las formas de vida que se identificaron fueron 12, sin embargo, estas se pueden agrupar en herbáceas, arbustivas y arbóreas. Existen 12 especies que se presentan tanto de manera arbustiva como arbórea.

Tabla 62. Formas de vida.

FORMA DE VIDA	NÚM DE SP
Enredadera	1
Herbácea rastrera	1
Liana	1
Parásita	1
Herbácea erecta	2
Herbácea epífita	5
Bejuco	7
Herbácea trepadora	11
Arbórea o arbustiva	12
Arbustiva	31
Arbórea	49
Herbácea	62

La distribución de estas formas de vida se presenta en la siguiente gráfica.

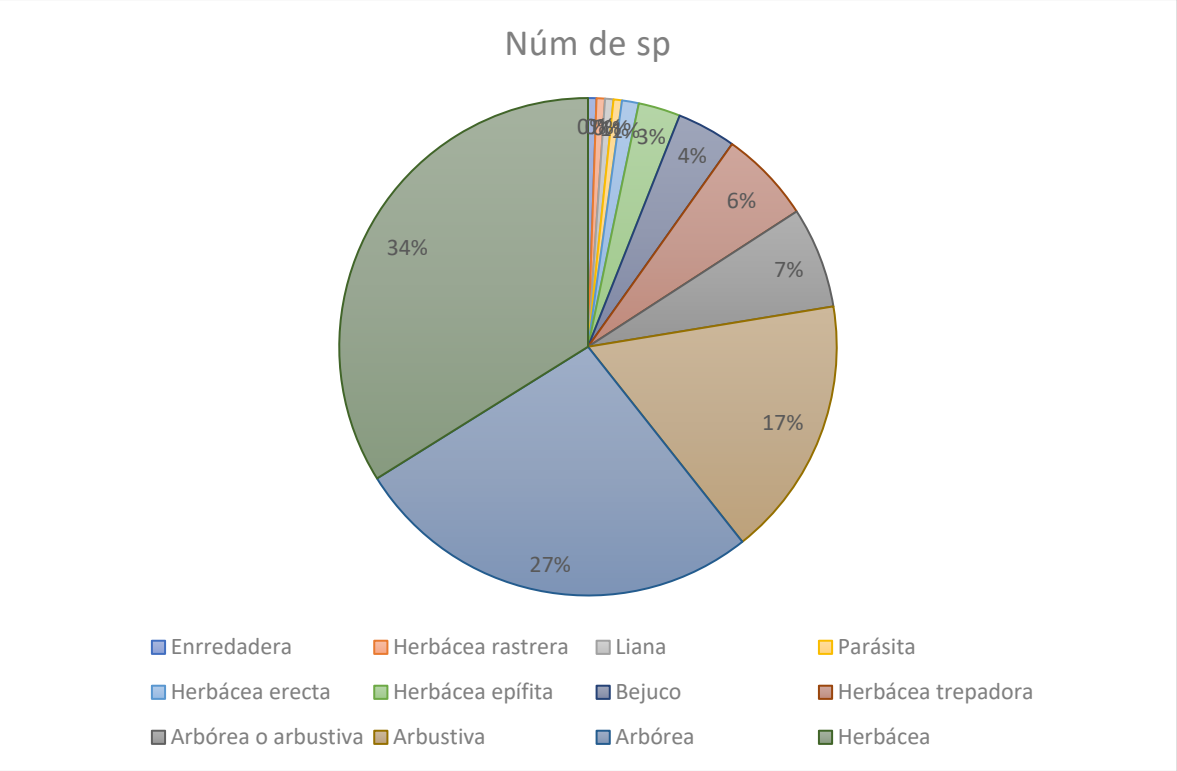


Figura 45. Número de especies por formas de vida.

La forma de vida mejor representada corresponde a las herbáceas, con un 34%, sin embargo, si se agregan las demás herbáceas como las rastreras, erectas, epífitas y trepadoras, este porcentaje aumenta considerablemente.

Se identificaron un total de 59 familias, las familias mejor representadas corresponden a la Fabaceae, Euphorbiaceae y Asteraceae.

Tabla 63. Número de especies por familia.

FAMILIA	NÚM DE IND POR FAM
Loranthaceae	1
Agavaceae	1
Amaranthaceae	1
Anacardiaceae	1
Annonaceae	1
Anthericaceae	1
Asparagaceae	1
Bixaceae	1
Burseraceae	1
Caricaceae	1
Caricaceae	1

Celastraceae	1
Commelinaceae	1
Dioscoreaceae	1
Hernandiaceae	1
Lagasceae	1
Malpighiaceae	1
Menispermaceae	1
Oxalidaceae	1
Passifloraceae	1
Pedaliaceae	1
Phytolaccaceae	1
Plantaginaceae	1
Plumbaginaceae	1
Primulaceae	1
Rutaceae	1
Simaroubaceae	1
Ulmaceae	1
Ximeniaceae	1
Bignoniaceae	2
Bromeliaceae	2
Capparaceae	2
Loasaceae	2
Meliaceae	2
Moraceae	2
Orchidaceae	2
Poaceae	2
Polygonaceae	2
Rhamnaceae	2
Rubiaceae	2
Salicaceae	2
Sapindaceae	2
Scrophulariaceae	2
Vitaceae	2
Ebenaceae	3
Verbenaceae	3
Nyctaginaceae	4
Boraginaceae	5
Lamiaceae	5
Solanaceae	5
Apocynaceae	6
Cactaceae	7

Acanthaceae	8
Convolvulaceae	8
Malvaceae	8
Rubiaceae	8
Asteraceae	9
Euphorbiaceae	12
Fabaceae	33

La siguiente gráfica presenta las especies por familia y se aprecia que la familia más rica es la fabaceae.

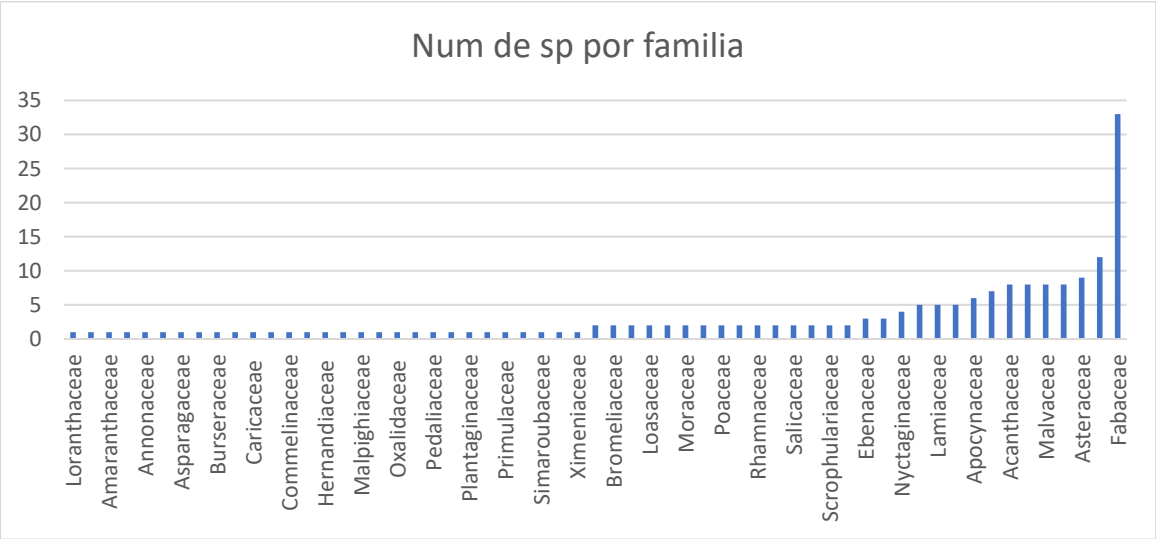


Figura 46. Número de especies por familia.

Las especies endémicas registradas en el sitio del proyecto son las siguientes:

Tabla 64. Especies endémicas de la Península biótica de Yucatán.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	FORMA DE VIDA	ESTATUS
Acanthaceae	*Justicia lundellii*	Herbácea	Endémica
Anthericaceae	*Echeandia campechiana*	Herbácea	Endémica
Apocynaceae	*Dictyanthus aeneus*	Herbácea trepadora	Endémica
Apocynaceae	*Dictyanthus yucatanensis*	Herbácea trepadora	Endémica
Asteraceae	*Plagiolophus millspaughii*	Herbácea	Endémica
Boraginaceae	*Bourreria pulchra*	Arbórea	Endémica
Cactaceae	*Nopalea gaumeri*	Arbustiva	Endémica
Cactaceae	*Pilosocereus gaumeri*	Herbácea erecta	Endémica
Ebenaceae	*Diospyros anisandra*	Arbórea	Endémica
Euphorbiaceae	*Cnidoscolus souzae*	Herbácea	Endémica

Euphorbiaceae	*Croton chichenensis*	Arbustiva	Endémica
Fabaceae	*Lonchocarpus yucatanensis*	Arbórea o arbustiva	Endémica
Malvaceae	*Ceiba schottii*	Arbórea	Endémica
Polygonaceae	*Neomillspaughia emarginata*	Arbustiva	Endémica
Rubiaceae	*Randia longiloba*	Arbustiva	Endémica
Rubiaceae	*Randia truncata*	Arbustiva	Endémica
Rutaceae	*Pilocarpus racemosus*	Arbórea	Endémica
Salicaceae	*Samyda yucatanensis*	Arbustiva	Endémica

3.6.2. Fauna

Resultados en el registro de Aves

En total se llevaron a cabo 19 salidas de campo durante septiembre y octubre de los cuales 10 salidas se llevaron a cabo conteos por puntos y 9 salidas para la captura de aves terrestres con el método de redeo, cubriendo de esta manera un total de 46 puntos de muestreo y nueve estaciones de redeo (ver figura siguiente).

En total se tiene se contabilizaron 680 individuos pertenecientes a 76 especie de las cuales 4 especies se encuentran en Amenazada, 3 en Protección especial y 1 en Peligro de acuerdo con la NOM-ECOL-2010 las demás presentan algún estatus de acuerdo con su estacionalidad (ver tabla siguiente).

Tabla 65. Especies de aves registradas en el sitio del proyecto.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM-059-SEMARNAT-2010	ESTACIONALIDAD	REGISTRO
Cracidae	*Ortalis vetula*	Chachalaca oriental		R	54
Odontophoridae	*Colinus nigrogularis*	Codorniz yucateca	e	R	13
Phasianidae	*Meleagris ocellata*	Guajolote ocelado	A, e	R	15
Podicipedidae	*Tachybaptus dominucus*	Zambullidor menor	Pr	R	2
Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote común		R	4
Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote aura		R	3

Accipitridae	*Rupornis magnirostris*	Aguililla caminera		R	4
Rallidae	*Phorphyrio martinicus*	Gallineta morada		R	1
Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas		R,M	66
	Leptotila verrauxi	Paloma arroyera		R	10
	Leptotila jamaicensis	Paloma caribeña		R	6
	Patagioenas flavirrostris	Paloma morada		R	1
	Columbina passerina	Tórtolita pico rojo		R	24
	Columbina talpacoti	Tórtola canela		R	1
Psittacidae	*Amazona albifrons*	Loro frente blanca	Pr	R	32
	Amazona xantholora	Loro yucateco	A	R	42
	Eupsittula nana	Perico pecho sucio	Pr	R	5
Cuculidae	*Geococcyx velox*	Correcaminos		R	2
	Crotophaga sulcirostirs	Garrapatero pijuy		R	46
Strigidae	*Bubo virginianus*	Búho cornudo	A	R	3
	Glaucidium brasilianum	Tecolote bajeño		R	11
Trochilidae	*Amazilia yucatanensis*	Colibrí vientre canelo		R	1
	Doricha eliza	Colibrí tijereta mexicano	P	R	2
	Chlorostilbon canivetii	Colibrí esmeralda oriental		R	1
Momotidae	*Eumomota superciliosa*	Momoto cejas azules		R	11

Picidae	*Melanerpes pygmaeus*	Carpintero yucateco	e	R	7
	Sphyrapicus varius	Carpintero moteado		R	1
	Picoides scalaris	Carpintero mexicano		R	2
	Dryocopus lineatus	Carpintero lineado		R	2
	Melanerpes aurifrons	Carpintero cheje		R	9
Tyrannidae	*Camptostoma imberbe*	Mosquerito chillón		R	1
	Elaenia flavogaster	Mosquero Elenia chillón		R	1
	Tolmomyias sulphurescens	Mosquerito ojos blancos		R	2
	Oncostoma cinereigulare	Mosquerito pico curvo		R	3
	Contopus cinereus	Papamoscas tropical		R	1
	Empidonax minimus	Papamoscas chico		R	1
	Myiarchus tuberculifer	Papamoscas triste		R	6
	Myiarchus tyrannulus	Papamoscas gritón		R	3
	Pitangus sulphuratus	Luis vienteveo		R	10
	Megarynchus pitangua	Luis pico grueso		R	5
	Myiozetetes similis	Luisito común		R	4
	Tyrannus couchii	Tirano cuir		R	12
	Tyrannus tyrannus	Tirano dorso negro		R	1
Tityridae	*Tityra semifasciata*	Titira puerquito		R	1
Vireonidae	*Vireo griseius*	Vireo ojos blancos		M	14
	Vireo pallens	Vireo manglero	Pr	R	7

	Cyclarhis gujanensis	Vireón cejas canela		R	15
Corvidae	*Cyanocorax yncas*	Chara verde		R	2
	Cyanocorax yucatanicus	Chara yucateca	e	R	38
Hirundidae	*Tachycineta bicolor*	Golondrina bicolor		M	25
	Tachycineta thalassina	Golondrina verdemar		R	10
	Stelgidopteryx ridgwayi	Golondrina yucateca		R	2
	Riparia riparia	Golondrina ribereña		R	7
	Hirundo rustica	Golondrina tijereta		R	7
Troglodytidae	*Troglodytes aedon*	Saltapared común		R	2
	Thryothorus ludovicianus	Saltapared de carolina		R	3
	Pheugopedius maculipectus	Saltapared moteado		M	12
	Uropsila leucogastra	Saltapared vientre blanco		R	8
Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita azul gris		R/M	13
Turdidae	*Turdus grayi*	Mirlo café		R	1
Mimidae	*Mimus gilvus*	Cenzontle tropical		R	5
	Dumetella carolinensis	Maullador gris		R	3
Parulidae	*Oreothlypis peregrina*	Chipe peregrino		M	1
	Setophaga magnolia	Chipe de magnolias		M	2
	Setophaga caerulescens	Chipe azul negro		R	1
Emberezidae	*Volatinia jacarina*	Semillero brincador		R	28
	Tiaris olivaceus	Semillero oliváceo		R	1

	Saltator coerulescens	Saltador gris		R	4
	Arremonops rufivirgatus	Rascador oliváceo		R	14
Cardinalidae	*Piranga rubra*	Piranga roja		R	1
Icteridae	*Dives dives*	Tordo cantor		M	6
	Molothrus ater	Tordo cabeza café		R	3
	Icterus auratus	Calandria dorso naranja	e	R	2
	Icterus gularis	Calandria dorso negro mayor		R	13
	Quiscalus mexicanus	Zanate mayor		R	4
	Icterus cucullatus	Calandria dorso negro menor		R	9
Fringillidae	*Carduelis psaltria*	Jilguerito dominico		R	1

Análisis de los resultados para Aves

Se obtuvo una riqueza de 77 especies agrupadas en 29 familias y 696 individuos, de estas, ocho especies están catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 con algún estatus de protección y cinco de ellas son endémicas.

La familia más representativa en cuanto a la riqueza resultó ser *Tyrannidae* con 13 especies y la especie más abundante fue *Zenaida asiatica* con 66 registros.

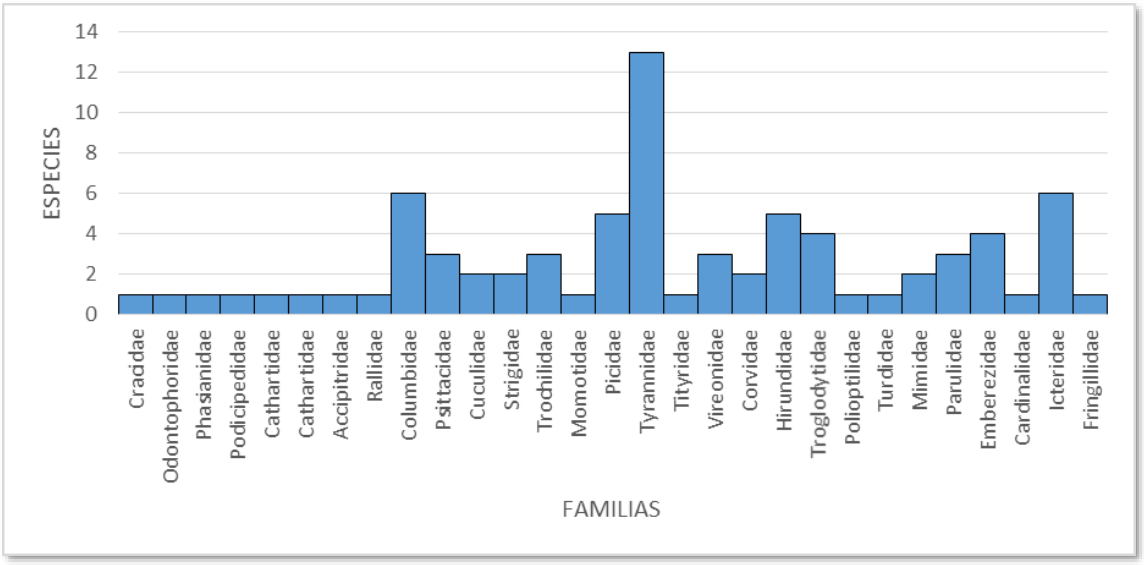


Figura 47. Riqueza de especies por familias de aves registrada en el predio.

Con respecto a la diversidad de las especies de aves, el predio se puede considerar con baja diversidad, esto en función del valor promedio de H' = 1.657 bits/ind., el cual es inferior al valor promedio de 2.5 bits/ind, siendo el valor máximo de 5 bits/ind (Tabla siguiente).

Tabla 66. Análisis de diversidad de aves en el sitio.

Especie	Abundancia *ni*	*pi*	ln *pi*	*pi* (ln *pi*)
Ortalis vetula	54	0.077586207	-2.556365614	-0.198338711
Colinus nigrogularis	13	0.018678161	-3.980400303	-0.074346557
Meleagris ocellata	15	0.021551724	-3.837299459	-0.082700419
Tachybaptus dominucus	2	0.002873563	-5.85220248	-0.016816674
Coragyps atratus	4	0.005747126	-5.159055299	-0.029649743
Cathartes aura	3	0.004310345	-5.446737372	-0.023477316
Rupornis magnirostris	4	0.005747126	-5.159055299	-0.029649743
Phorphyrio martinicus	1	0.001436782	-6.54534966	-0.009404238
Zenaida asiatica	66	0.094827586	-2.355694918	-0.223384863
Leptotila verrauxi	10	0.014367816	-4.242764567	-0.060959261
Leptotila jamaicensis	6	0.00862069	-4.753590191	-0.040979226
Patagioenas flavirrostris	1	0.001436782	-6.54534966	-0.009404238
Columbina passerina	24	0.034482759	-3.36729583	-0.116113649
Columbina talpacoti	1	0.001436782	-6.54534966	-0.009404238
Amazona albifrons	32	0.045977011	-3.079613758	-0.141591437
Amazona xantholora	42	0.060344828	-2.807680042	-0.169428968
Eupsittula nana	5	0.007183908	-4.935911748	-0.035459136

Geococcyx velox	2	0.002873563	-5.85220248	-0.016816674
Crotophaga sulcirostirs	46	0.066091954	-2.716708264	-0.179552558
Bubo virginianus	3	0.004310345	-5.446737372	-0.023477316
Glaucidium brasilianum	11	0.015804598	-4.147454388	-0.065548848
Amazilia yucatanensis	1	0.001436782	-6.54534966	-0.009404238
Doricha eliza	2	0.002873563	-5.85220248	-0.016816674
Chlorostilbon canivetii	1	0.001436782	-6.54534966	-0.009404238
Eumomota superciliosa	11	0.015804598	-4.147454388	-0.065548848
Melanerpes pygmaeus	7	0.010057471	-4.599439511	-0.046258731
Sphyrapicus varius	1	0.001436782	-6.54534966	-0.009404238
Picoides scalaris	2	0.002873563	-5.85220248	-0.016816674
Dryocopus lineatus	2	0.002873563	-5.85220248	-0.016816674
Melanerpes aurifrons	9	0.012931034	-4.348125083	-0.056225755
Camptostoma imberbe	1	0.001436782	-6.54534966	-0.009404238
Elaenia flavogaster	1	0.001436782	-6.54534966	-0.009404238
Tolmomyias sulphurescens	2	0.002873563	-5.85220248	-0.016816674
Oncostoma cinereigulare	3	0.004310345	-5.446737372	-0.023477316
Contopus cinereus	1	0.001436782	-6.54534966	-0.009404238
Empidonax minimus	1	0.001436782	-6.54534966	-0.009404238
Myiarchus tuberculifer	6	0.00862069	-4.753590191	-0.040979226
Myiarchus tyrannulus	3	0.004310345	-5.446737372	-0.023477316
Pitangus sulphuratus	10	0.014367816	-4.242764567	-0.060959261
Megarynchus pitangua	5	0.007183908	-4.935911748	-0.035459136
Myiozetetes similis	4	0.005747126	-5.159055299	-0.029649743
Tyrannus couchii	12	0.017241379	-4.060443011	-0.070007638
Tyrannus tyrannus	1	0.001436782	-6.54534966	-0.009404238
Tityra semifasciata	1	0.001436782	-6.54534966	-0.009404238
Vireo griseius	14	0.020114943	-3.906292331	-0.078574846
Vireo pallens	7	0.010057471	-4.599439511	-0.046258731
Cyclarhis gujanensis	15	0.021551724	-3.837299459	-0.082700419
Cyanocorax yncas	2	0.002873563	-5.85220248	-0.016816674
Cyanocorax yucatanicus	38	0.054597701	-2.907763501	-0.158757203
Tachycineta bicolor	25	0.03591954	-3.326473835	-0.119485411
Tachycineta thalassina	10	0.014367816	-4.242764567	-0.060959261
Stelgidopteryx ridgwayi	2	0.002873563	-5.85220248	-0.016816674
Riparia riparia	7	0.010057471	-4.599439511	-0.046258731
Hirundo rustica	7	0.010057471	-4.599439511	-0.046258731
Troglodytes aedon	2	0.002873563	-5.85220248	-0.016816674
Thryothorus ludovicianus	3	0.004310345	-5.446737372	-0.023477316
Pheugopedius maculipectus	12	0.017241379	-4.060443011	-0.070007638

Uropsila leucogastra	8	0.011494253	-4.465908119	-0.051332277
Polioptila caerulea	13	0.018678161	-3.980400303	-0.074346557
Turdus grayi	1	0.001436782	-6.54534966	-0.009404238
Mimus gilvus	5	0.007183908	-4.935911748	-0.035459136
Dumetella carolinensis	3	0.004310345	-5.446737372	-0.023477316
Oreothlypis peregrina	1	0.001436782	-6.54534966	-0.009404238
Setophaga magnolia	2	0.002873563	-5.85220248	-0.016816674
Setophaga caerulescens	1	0.001436782	-6.54534966	-0.009404238
Volatinia jacarina	28	0.040229885	-3.21314515	-0.12926446
Tiaris olivaceus	1	0.001436782	-6.54534966	-0.009404238
Saltator coerulescens	4	0.005747126	-5.159055299	-0.029649743
Arremonops rufivirgatus	14	0.020114943	-3.906292331	-0.078574846
Piranga rubra	1	0.001436782	-6.54534966	-0.009404238
Dives dives	6	0.00862069	-4.753590191	-0.040979226
Molothrus ater	3	0.004310345	-5.446737372	-0.023477316
Icterus auratus	2	0.002873563	-5.85220248	-0.016816674
Icterus gularis	13	0.018678161	-3.980400303	-0.074346557
Quiscalus mexicanus	4	0.005747126	-5.159055299	-0.029649743
Icterus cucullatus	9	0.012931034	-4.348125083	-0.056225755
Carduelis psaltria	1	0.001436782	-6.54534966	-0.009404238
	696	Diversidad	$H' = -\sum pi \ln pi$	1.657677813
		Equidad	$J' = H'/H_{max}$	0.38161880

Resultados en el registro de Anfibios y Reptiles

Se recorrieron un total de 36.2 kilómetros lineales en diferentes zonas del área de estudio a partir de la metodología descrita.



Figura 48. Registro e identificación de tortugas capturadas en las trampas de embudo.

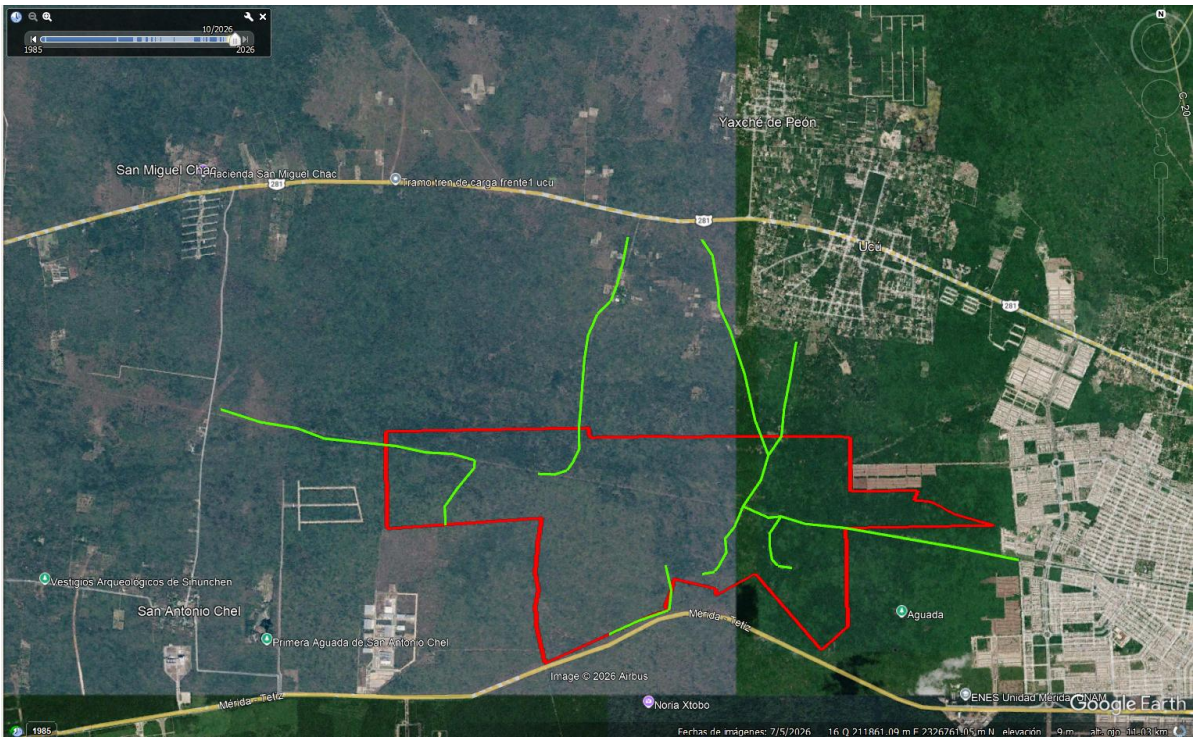


Figura 49. Transectos para el registro de anfibios y reptiles.

A partir de la revisión bibliográfica se creó un listado de especies de anfibios y reptiles con distribución potencial para la zona, de las cuales 59 pertenecen a la Clase Reptilia y 14 a la Clase Amphibia (Tabla siguiente).

Mediante los diferentes métodos de estudio aplicados se verificó en el área de estudio, la presencia de 18 especies, 10 de la Clase Reptilia y 8 a la Clase Amphibia (Tabla 1 y Figura 2). De las especies verificadas 3 reptiles (Kinosternon scorpioides - PR, Coleonix elegans - A, Ctenosaura similis - A) y 1 un anfibio (Lithobates brownorum - Pr) se encuentran protegidos según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla 67. Especies de anfibios y reptiles registradas en el sitio del proyecto.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM-059-SEMARNAT-2010	REGISTROS
Bufonidae	*Incilius valliceps*	Sapo de la costa del golfo		32
Hylidae	*Scinax staufferi*	Rana arbícola trompuda		8
	Dendropsophus microcephalus	Ranita mísera		9
	Smilisca baudinii	Ranita arborícola mexicana		18

Leptodactylidae	*Leptodactylus fragilis*	Rana de bigotes		4
	Leptodactylus melanonotus	Ranita de la hojarasca		2
Microhylidae	*Hypopachus variolosus*	Ranita termitera		1
Ranidae	*Lithobates brownorum*	Rana leopardo	Pr	32
Kinosternidae	*Kinosternon scorpioides*	Tortuga estuche	Pr	20
Corytophanidae	*Basiliscus vittatus*	Basilisco rayado		20
Dactyloidae	*Norops rodriguezii*	Anolis liso del sureste		3
	Norops ustus	Anolis		2
Eublepharidae	*Coleonyx elegans*	Geco yucateco de bandas	A	1
Iguanidae	*Ctenosaura similis*	Iguana rayada	A	8
Phrynosomatidae	*Sceloporus chrysostictus*	Lagartija escamoso de puntos amarillos		66
Teiidae	*Holcosus undulatus*	Lagartija arcoiris		20
Colubridae	*Drymarchon melanurus*	Culebra arroyera de cola negra		1
Dipsadidae	*Leptodeira frenata*	Culebra ojo de gato de selva		1

Análisis de los Resultados para Anfibios y Reptiles

Se obtuvo una riqueza de 18 especies agrupadas en 14 familias y 248 individuos, de estas, cuatro especies están catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 con algún estatus de protección. La familia más representativa en cuanto a la riqueza resultó ser Hylidae con tres especies y la especie más abundante fué Sceloporus chrysostictus con 66 registros.

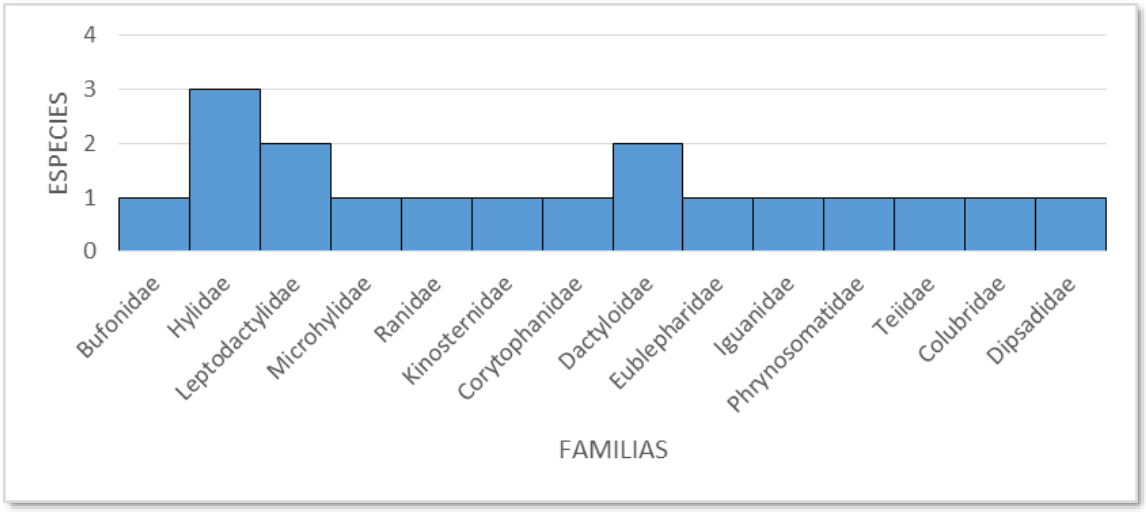


Figura 50. Riqueza de especies por familias de Anfibios y reptiles registrada en el predio.

Con respecto a la diversidad de las especies del componente de herpetofauna, el predio se puede considerar con baja diversidad, esto en función del valor promedio de H' = 2.30 bits/ind., el cual es inferior al valor promedio de 2.5 bits/ind, siendo el valor máximo de 5 bits/ind (Tabla siguiente).

Tabla 68. Análisis de diversidad del componente herpetofauna.

Especie	Abundancia *ni*	*pi*	ln *pi*	*pi* (ln *pi*)
Incilius valliceps	32	0.129032258	-2.047692843	-0.264218431
Scinax staufferi	8	0.032258065	-3.433987204	-0.110773781
Dendropsophus microcephalus	9	0.036290323	-3.316204169	-0.120346119
Smilisca baudinii	18	0.072580645	-2.623056988	-0.190383169
Leptodactylus fragilis	4	0.016129032	-4.127134385	-0.066566684
Leptodactylus melanonotus	2	0.008064516	-4.820281566	-0.038873238
Hypopachus variolosus	1	0.004032258	-5.513428746	-0.022231568
Lithobates brownorum	32	0.129032258	-2.047692843	-0.264218431
Kinosternon scorpioides	20	0.080645161	-2.517696473	-0.203040038
Basiliscus vittatus	20	0.080645161	-2.517696473	-0.203040038
Norops rodriguezii	3	0.012096774	-4.414816457	-0.053405038

Norops ustus	2	0.008064516	-4.820281566	-0.038873238
Coleonyx elegans	1	0.004032258	-5.513428746	-0.022231568
Ctenosaura similis	8	0.032258065	-3.433987204	-0.110773781
Sceloporus chrysostictus	66	0.266129032	-1.323774004	-0.352294695
Holcosus undulatus	20	0.080645161	-2.517696473	-0.203040038
Drymarchon melanurus	1	0.004032258	-5.513428746	-0.022231568
Leptodeira frenata	1	0.004032258	-5.513428746	-0.022231568
	248	Diversidad	H' = -∑ *pi* ln*pi*	2.308772989
		Equidad	J' = H'/H_{max}	0.79878064

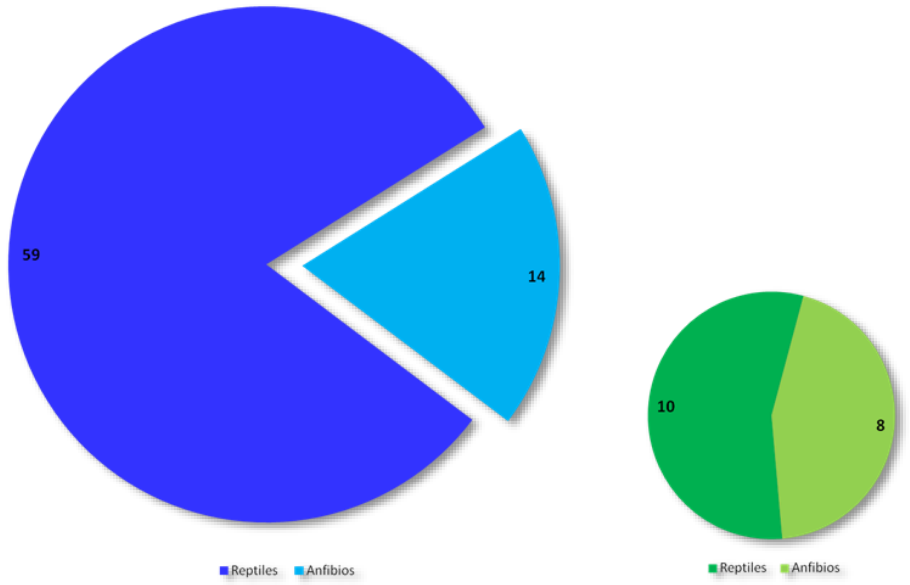


Figura 51. Proporción de especies con distribución potencial (azul) y especies verificadas (verde) de anfibios y reptiles para el área del proyecto.

El gráfico de acumulación de individuos observados y especies registrados según los kilómetros donde se realizaron los muestreos muestran una normalización de los datos después de los primeros 10 kilómetros recorridos (grafica siguiente). Sin embargo, se observa un aumento durante el último transecto recorrido y esto se debe principalmente a que en este se encontraba un cuerpo de agua y se registraron 3 especies que no habían sido encontradas en otras zonas que no poseían cuerpos de agua capaz de mantener poblaciones de anfibios.

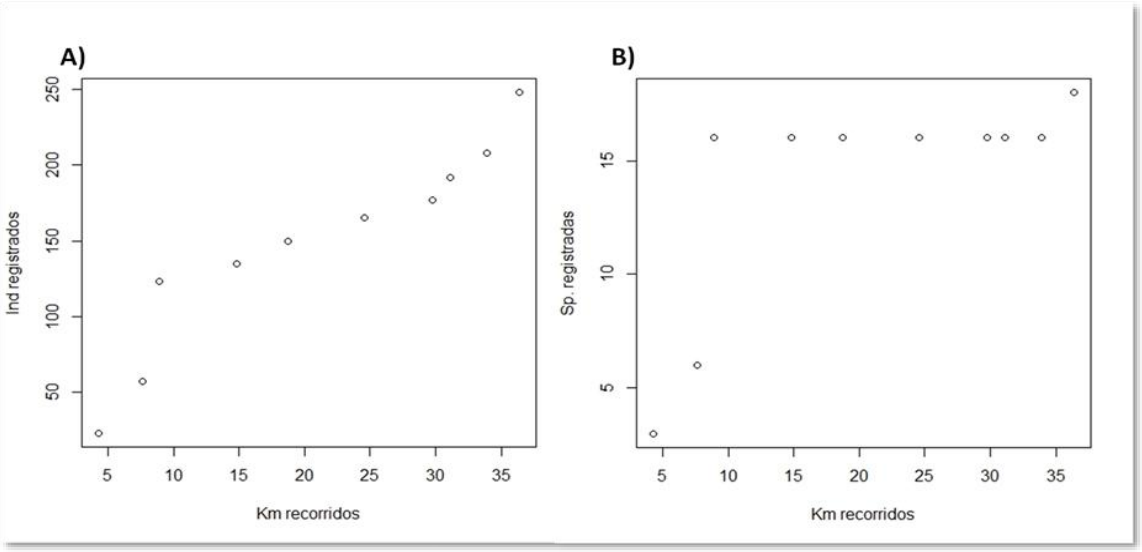


Figura 52. Acumulación del número de individuos registrados (A) y de especies registradas (B), relacionados al número de kilómetros recorridos en el área de estudio.

La curva de acumulación de especies usando modelos de rarefacción (Figura siguiente), reflejan la manera en que se normalizan y distribuye la abundancia según los sitios muestreados.

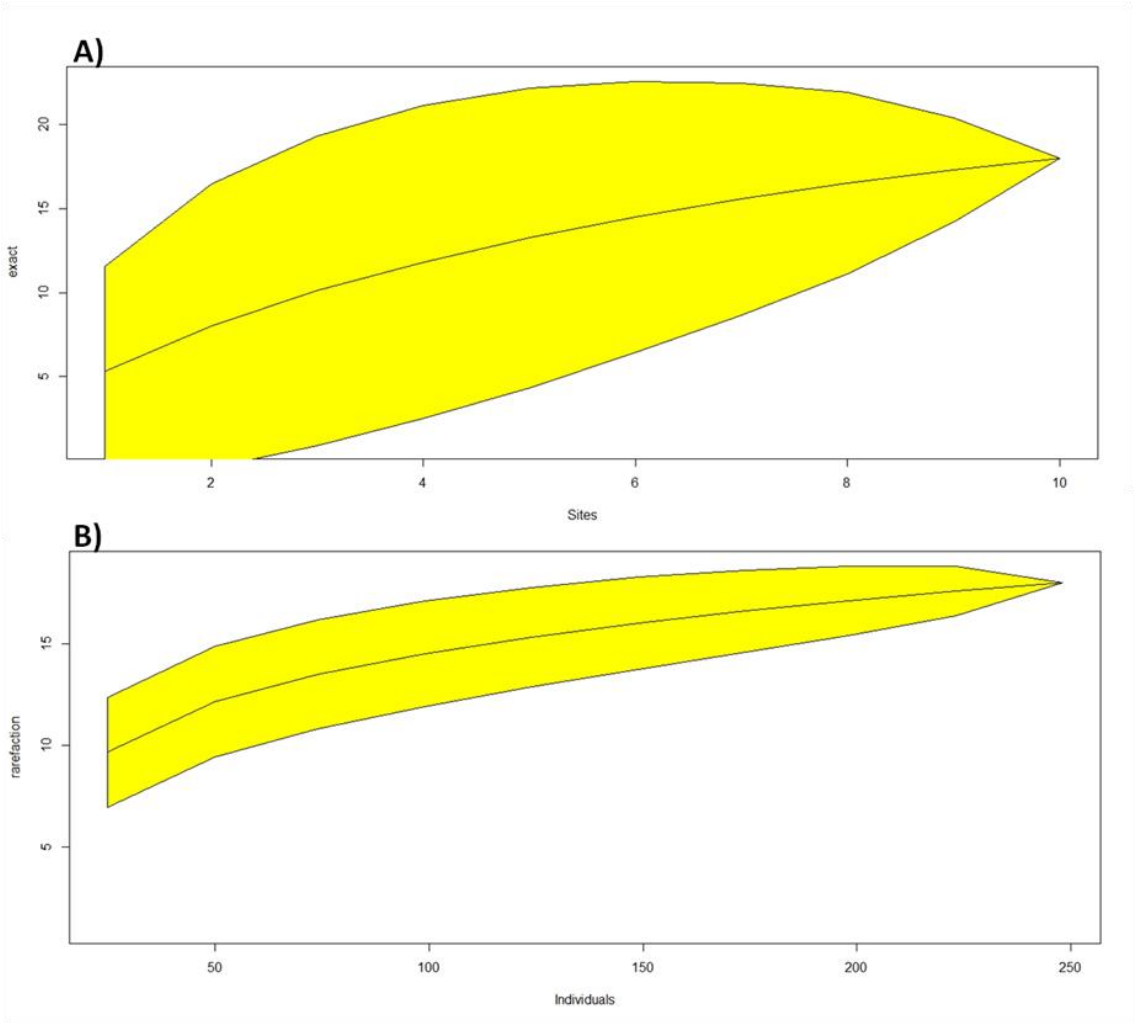


Figura 53. Curvas de acumulación de especies por transecto (A) y curvas de rarefacción según la abundancia de las especies (B).

En la tabla siguiente se observan las especies encontradas en el área de estudio, su abundancia y sus estimadores estadísticos. La abundancia no se estimó por kilómetro cuadrado o por hectárea debido a que los sitios monitoreados no son homogéneos y algunas especies son gregarias como el caso de los anfibios que solamente pudieron observarse en los cuerpos de agua monitoreados. En la figura siguiente y tabla es posible observar los rangos de abundancia según las especies de mayor a menor abundancia tal.

Tabla 69. Abundancia y estimadores estadísticos de los individuos observados según las especies encontradas en el área de estudio.

Sp	rank	abundance	proportion	p_lower	p_upper	accumfreq	logabun	rankfreq
Sceloporus chrysostictus	1	66	26.6	8.4	44.8	26.6	1.8	5.6
Lithobates brownorum	2	32	12.9	-1.6	27.4	39.5	1.5	11.1
Incilius valliceps	3	32	12.9	4.3	21.5	52.4	1.5	16.7
Basiliscus vittatus	4	20	8.1	-2.9	19	60.5	1.3	22.2
Kinosternon scorpioides	5	20	8.1	-7	23.1	68.5	1.3	27.8
Holcosus undulatus	6	20	8.1	0.4	15.7	76.6	1.3	33.3
Smilisca baudinii	7	18	7.3	1.5	13.1	83.9	1.3	38.9
Dendropsophus microcephalus	8	9	3.6	-0.3	7.6	87.5	1	44.4
Ctenosaura similis	9	8	3.2	-0.5	7	90.7	0.9	50
Scinax staufferi	10	8	3.2	-3.7	10.2	94	0.9	55.6
Leptodactylus fragilis	11	4	1.6	-0.6	3.8	95.6	0.6	61.1
Norops rodriguezii	12	3	1.2	-0.2	2.6	96.8	0.5	66.7
Leptodactylus melanonotus	13	2	0.8	-0.1	1.7	97.6	0.3	72.2
Norops ustus	14	2	0.8	-0.9	2.5	98.4	0.3	77.8
Drymarchon melanurus	15	1	0.4	-0.3	1.2	98.8	0	83.3
Leptodeira frenata	16	1	0.4	-0.3	1.2	99.2	0	88.9
Hypopachus variolosus	17	1	0.4	-0.3	1.2	99.6	0	94.4
Coleonyx elegans	18	1	0.4	-0.3	1.2	100	0	100

En la figura siguiente es posible observar los rangos de abundancia según las especies de mayor a menor abundancia tal y como se observan en la Tabla anterior.

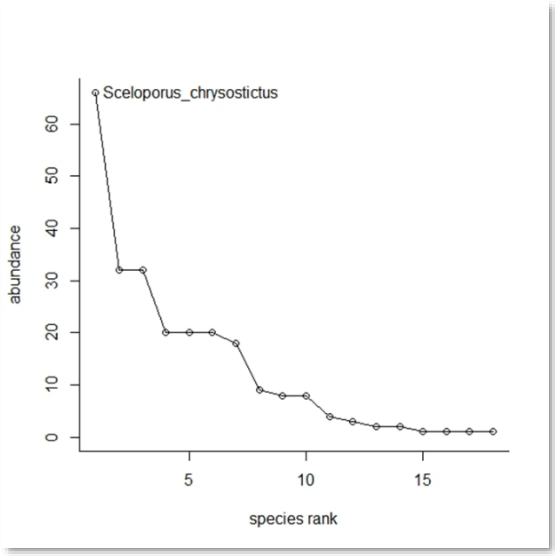


Figura 54. Curvas de acumulación de especies por transecto (A) y curvas de rarefacción según la abundancia de las especies (B).

Resultados en el registro de Mamíferos

En total se registraron trece especies incluidas en seis órdenes y doce familias (Tabla siguiente). Con este estudio se logró representar el 11% (13/100) de mamíferos terrestres del Estado de Yucatán. No se registró especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en alguna categoría de riesgo, solo una especie endémica para la Península Biótica de Yucatán.

Tabla 70. Especies de mamíferos registradas en el sitio.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN	NOM-059-SEMARNAT-2010	ENDEMISMO	REGISTROS
Didelphidae	*Didelphis marsupialis*	Tlacuache			1
Sciuridae	*Sciurus yucatanensis*	Ardilla yucateca			2
Geomyidae	*Orthogeomys hispidus*	Tuza			1
Muridae	*Peromyscus yucatanicus*	Raton venado de yucatán		END	2
Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo			1
Phyllostomidae	*Artibeus jamaicensis*	Murciélago frutero de jamaica			2
	Desmodus rotundus	Vampiro común			3
Mustelidae	*Mustela frenata*	Comadreja			1
Mephitidae	*Spilogale angustifrons*	Zorrillo manchado del sur			1
Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris			4
Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache			2
Tayassuidae	*Pecari tajacu*	Pecarí de collar			1
Cervidae	*Odocoileus virginianus*	Venado cola blanca			6

Análisis de los resultados para Mamíferos

Se obtuvo una riqueza de 13 especies agrupadas en 12 familias y 27 individuos, No se encontraron especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 con algún estatus de protección, sin embargo, una especie es endémicas.

La familia más representativa en cuanto a la riqueza resultó ser Phyllostomidae con dos especies (grafica siguiente) y la especie más abundante fué *Odocoileus virginianus* con seis registros.

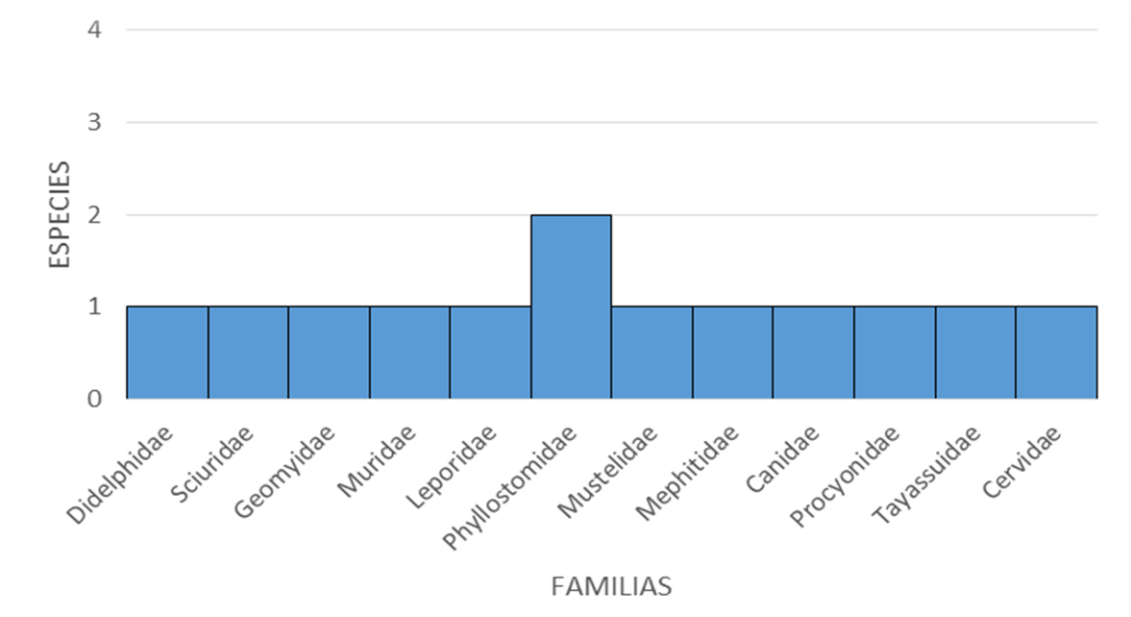


Figura 55. Riqueza de especies por familias de mamíferos registrada en el predio.

Con respecto a la diversidad de las especies de mamíferos, el predio se puede considerar con baja diversidad, esto en función del valor promedio de H' = 2.36 bits/ind., el cual es inferior al valor promedio de 2.5 bits/ind, siendo el valor máximo de 5 bits/ind (Tabla siguiente).

Tabla 71. Análisis de diversidad del componente mastozoológico.

Especie	Abundancia *ni*	*pi*	ln *pi*	*pi* (ln *pi*)
Didelphis marsupialis	1	0.037037037	-3.295836866	-0.122068032
Sciurus yucatanensis	2	0.074074074	-2.602689685	-0.192791829
Orthogeomys hispidus	1	0.037037037	-3.295836866	-0.122068032
Peromyscus yucatanicus	2	0.074074074	-2.602689685	-0.192791829
Sylvilagus floridanus	1	0.037037037	-3.295836866	-0.122068032
Artibeus jamaicensis	2	0.074074074	-2.602689685	-0.192791829
Desmodus rotundus	3	0.111111111	-2.197224577	-0.244136064
Mustela frenata	1	0.037037037	-3.295836866	-0.122068032
Spilogale angustifrons	1	0.037037037	-3.295836866	-0.122068032
Urocyon cinereoargenteus	4	0.148148148	-1.909542505	-0.282895186
Procyon lotor	2	0.074074074	-2.602689685	-0.192791829
Pecari tajacu	1	0.037037037	-3.295836866	-0.122068032
Odocoileus virginianus	6	0.222222222	-1.504077397	-0.334239422
	27	Diversidad	H' = -∑ *pi* ln*pi*	**2.364846178**

Especie	Abundancia *ni*	*pi*	ln *pi*	*pi* (ln *pi*)
		Equidad	$J' = H'/H_{max}$	0.92198552



Figura 56. Individuo de Murciélago frutero (Artibeus jamaicensis) capturado en las redes de niebla desplegadas en el predio.



Figura 57. Individuo de comadreja (Mustela frenata) registrado en cámara trampa.



Figura 58. Individuo de venado cola blanca (Odocoileus virginianus) registrado en cámara trampa

3.6.3. Especies endémicas o en alguna categoría de riesgo

Tabla 72. Especies endémicas

Componente	Nombre científico	Nombre común	Categoría de riesgo*	Endémica (Sí/No)	Núm. de individuos	AP	AI	RE
Flora	Justicia lundellii	aka' xiiw	n/a	Endémica	n/a	n/a	n/a	n/a
Flora	Echeandia campechiana			Endémica				
Flora	Dictyanthus aeneus			Endémica				
Flora	Dictyanthus yucatanensis	mejen k'ek'en		Endémica				
Flora	Plagiolophus millspaughii			Endémica				
Flora	Bourreria pulchra			Endémica				
Flora	Nopalea gaumeri			Endémica				
Flora	Pilosocereus gaumeri			Endémica				
Flora	Diospyros anisandra	k'aakalche'		Endémica				
Flora	Cnidoscolus souzae	chaya		Endémica				
Flora	Croton chichenensis	xikin burro, éck baalam		Endémica				
Flora	Lonchocarpus yucatanensis	ya'ax xu'ul		Endémica				
Flora	Ceiba schottii	píin		Endémica				
Flora	Neomillspaughia emarginata	sak iitsa'		Endémica				

Flora	Randia longiloba	cruz k'iix		Endémica				
Flora	Randia truncata	limón che'		Endémica				
Flora	Pilocarpus racemosus	Tamk'as che'		Endémica				
Flora	Samyda yucatanensis	xikin juj		Endémica				
Fauna	Kinosternon scorpioides	Tortuga casquito	Pr	ND	20	Sí	ND	ND
Fauna	Coleonyx elegans	Gecko de bandas	A	ND	1	Sí	ND	ND
Fauna	Ctenosaura similis	Iguana rayada	A	ND	8	Sí	ND	ND
Fauna	Lithobates brownorum	Rana	Pr	ND	32	Sí	ND	ND
Fauna	Sceloporus chrysostictus	Lagartija	No reportada	ND	66	Sí	ND	ND
Fauna	Odocoileus virginianus	Venado cola blanca	No reportada	No reportada	6	Sí	ND	ND
Fauna	Urocyon cinereoargenteus	Zorra gris	No reportada	No reportada	4	Sí	ND	ND
Fauna	Procyon lotor	Mapache	No reportada	No reportada	2	Sí	ND	ND
Fauna	Peromyscus yucatanicus	Ratón venado de Yucatán	No reportada	Sí	2	Sí	ND	ND

3.6.4. Índices de diversidad biológica

Tabla 73. Índices de diversidad biológica en el área de estudio

Componente	Riqueza de especies	Abundancia registrada	Índice de Shannon (H')	Equidad de Pielou (J')
Flora	183	4,220*	ND	ND
Aves	77	696	1.657	ND
Anfibios y reptiles	18	248	2.309	0.799
Mamíferos	13	27	2.365	0.922

3.7. Análisis de los componentes ambientales al interior de la Región Ecológica

La Región Ecológica (RE) delimitada para el proyecto denominado “CIUDAD RENACIMIENTO”, ubicado en el municipio de Ucú, Yucatán, comprende una superficie de 9,569.59 hectáreas, definida a partir del análisis e integración de las características físicas, biológicas y territoriales del entorno. Su delimitación permite establecer una unidad espacial de referencia para analizar las condiciones ambientales existentes, las relaciones funcionales entre sus componentes y los procesos de transformación asociados con las actividades humanas.

El análisis de los componentes ambientales al interior de la RE tiene como propósito identificar las características predominantes del medio abiótico, biótico y socioambiental, así como reconocer sus interacciones, condiciones de conservación, procesos de deterioro y sensibilidad frente a las actividades de preparación del sitio y construcción de viviendas de tipo INFONAVIT contempladas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

La evaluación considera que la Región Ecológica no constituye un espacio ambientalmente uniforme, sino un territorio en el que coexisten superficies con vegetación secundaria, áreas destinadas a actividades agropecuarias, asentamientos humanos, infraestructura vial y zonas sujetas a procesos de transformación territorial.

3.7.1. Componentes bióticos

Uso del suelo y vegetación

El análisis del uso del suelo y vegetación dentro de la Región Ecológica permite reconocer un territorio en el que coexisten coberturas naturales y secundarias con superficies transformadas por actividades humanas. Con base en la información cartográfica considerada para la delimitación de la RE, la vegetación secundaria arbórea constituye una de las coberturas predominantes, mientras que los asentamientos humanos representan otro componente territorial de importancia.

También se identifican superficies con vegetación secundaria arbustiva, áreas agrícolas y espacios desprovistos de vegetación, aunque con una participación territorial menor. La vegetación secundaria arbórea desempeña funciones ambientales relacionadas con la protección del suelo, la regulación microclimática, el almacenamiento de biomasa y la provisión de hábitat, refugio y recursos alimenticios para distintas especies de fauna silvestre.

Por su parte, las áreas agrícolas y urbanizadas representan sectores con distintos grados de transformación de la cobertura original, lo que puede influir en la fragmentación del paisaje y la continuidad de los parches de vegetación. La interacción entre estas coberturas configura un mosaico territorial que debe considerarse durante la evaluación ambiental, particularmente en relación con la pérdida de vegetación, la modificación de hábitats y los posibles efectos sobre la conectividad ecológica.

Flora silvestre

La flora presente en el entorno del proyecto está asociada principalmente con comunidades de vegetación secundaria derivadas de selvas tropicales estacionalmente secas, cuyas características estructurales y florísticas responden a las condiciones climáticas, edáficas y al historial de perturbación del territorio.

Los antecedentes de caracterización florística del predio documentan la presencia de especies con distintas formas de vida, incluyendo árboles, arbustos, herbáceas, trepadoras y epífitas. La diversidad de formas de vida refleja la heterogeneidad estructural de las comunidades vegetales, así como su capacidad para proporcionar distintos recursos y microhábitats.

No obstante, los resultados obtenidos mediante muestreos dentro del predio constituyen información específica del área estudiada y no deben interpretarse como un inventario exhaustivo de toda la Región Ecológica.

En términos de sensibilidad ambiental, las superficies con vegetación arbórea presentan relevancia por su contribución a la estructura del paisaje y a la disponibilidad de hábitats. Por ello, la intervención de estas áreas deberá acompañarse de medidas de protección, rescate y reubicación de ejemplares, cuando corresponda, así como de acciones destinadas a reducir la remoción innecesaria de vegetación.

Fauna silvestre

La fauna silvestre de la Región Ecológica se encuentra relacionada con la disponibilidad de cobertura vegetal, recursos alimenticios, refugios y sitios de reproducción presentes en los diferentes ambientes. Las superficies con vegetación secundaria pueden funcionar como áreas de alimentación, desplazamiento y refugio para aves, mamíferos, reptiles y anfibios, mientras que los ambientes modificados pueden ser utilizados por especies adaptadas a condiciones de perturbación.

Los antecedentes de caracterización faunística del predio documentan la presencia de distintos grupos de vertebrados terrestres, incluyendo especies con diferentes requerimientos ecológicos y patrones de movilidad. La distribución de la fauna no necesariamente es uniforme dentro de la RE, ya que depende de factores como la estructura de la vegetación, la presencia de agua, la disponibilidad de refugios, la fragmentación del hábitat y la intensidad de las actividades humanas.

En particular, los cuerpos de agua temporales y las depresiones que acumulan humedad pueden constituir ambientes relevantes para determinados grupos, especialmente anfibios y reptiles asociados con condiciones de mayor humedad. Entre las posibles afectaciones derivadas de la construcción habitacional destacan el desplazamiento temporal de individuos, la pérdida localizada de refugios, las perturbaciones ocasionadas por ruido y movimiento de maquinaria, y la modificación de las condiciones de conectividad entre parches de vegetación.

Por lo tanto, resulta necesario implementar medidas preventivas, incluyendo recorridos previos a la intervención, ahuyentamiento dirigido, rescate y reubicación cuando proceda, así como la protección de ejemplares y hábitats ambientalmente relevantes.

3.7.2. Componentes abióticos en la Región Ecológica (RE)

Clima

El clima es uno de los factores abióticos con mayor influencia en la composición del medio ambiente, y a su vez, es resultado de factores atmosféricos, variaciones orográficas, geográficas, entre otras. De acuerdo con Orellana et al (2010)[1], el clima de la Península de Yucatán es resultado de su posición

[1] Orellana, R. Espadas, C. y Nava, F. (2010). Climas en Durán, R. Méndez, M. (Eds.), (2010). *Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán* (pp.10-11). CICY-PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA.

geográfica, en la que tres de sus flancos están rodeados por mares, así como su relativa cercanía al Trópico de Cáncer y a la Celda Anticiclónica Bermuda Azores y la ausencia de orografía. También afirman que los factores que inciden en la distribución de climas en Yucatán son: I) las corrientes marinas cálidas que influyen de modo importante en los vientos cálidos húmedos o secos; II) la circulación del este o vientos alisios que durante el verano depositan cada vez más precipitación conforme se adentran al interior de la península. La profundidad de estos vientos determina los distintos regímenes de lluvia que prevalecen en el estado; III) las ondas tropicales que se producen en el cinturón de los vientos alisios y constituyen los principales contribuyentes de la lluvia durante el verano; IV) las depresiones o tormentas tropicales que se producen en el seno de las ondas tropicales y pueden llegar a crecer hasta formar los huracanes en las diferentes categorías.

Resultado de esta interacción de factores, el 85.5% de la superficie del estado presenta climas cálido subhúmedo y el restante 14.5% presenta clima seco y semiseco, que se localiza en la parte norte del estado. De acuerdo con la clasificación climática de Köppen modificado por García (1964)2, el clima en la RE es tipo Ax'(W0), correspondiendo al clima cálido húmedo tropical, con lluvias en verano, así como alto porcentaje de lluvia invernal, poca oscilación térmica y máxima temperatura antes del solsticio de verano. Este clima se presenta en una amplia zona al oeste y noroeste del estado, que ha sido ocupada por una transición de selva mediana y baja caducifolia.

[2] García, E. (1964). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen

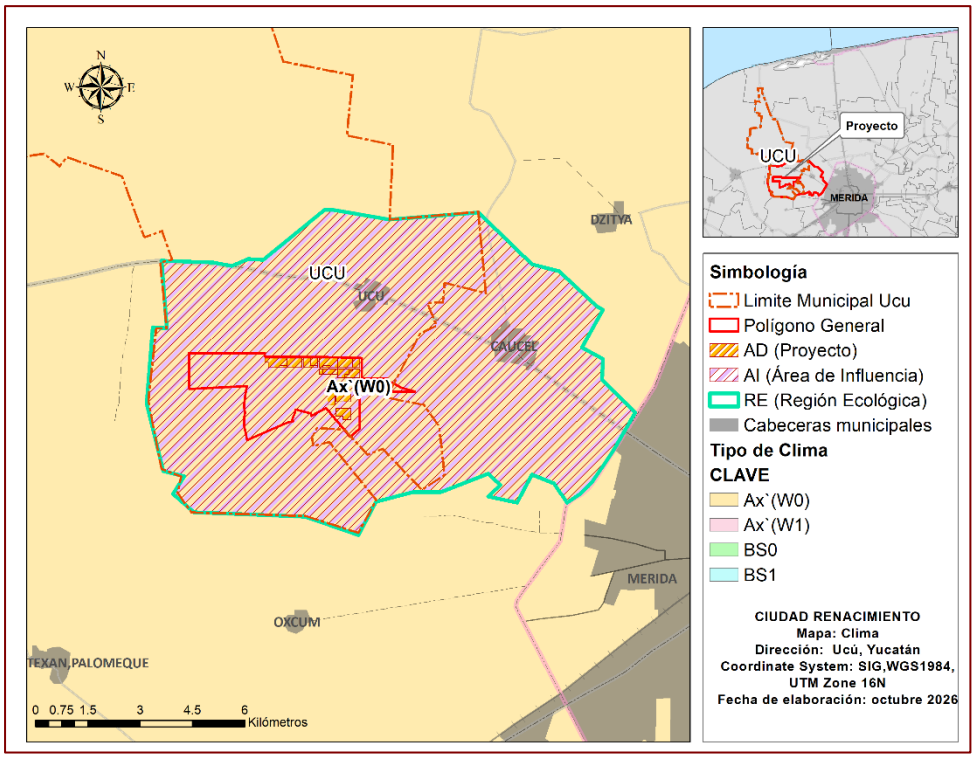


Figura 59. Mapa de identificación de climas en la Región Ecológica

Debido a que el Servicio Meteorológico Nacional no ha actualizado su base estadística por estaciones climatológicas, se optó por buscar fuentes de información actualizadas; sin embargo, solamente se encontraron datos históricos y comparativos a nivel estatal. Para ello, se consultaron datos de la plataforma digital de datos meteorológicos *meteoblue*. De acuerdo con estos datos (Meteoblue, 2024)[3], la temperatura media anual entre 1979 y 2023 (44 años) aumentó de 25.3 ºC a 26.5 ºC observando una variación de 1.2 ºC y que muestra tendencia de temperatura en crecimiento (ver figura 60); mientras que la precipitación se ha reducido de 1256.2 mm promedio anual a 1198.4 mm, disminuyendo 212.9 mm, lo cual es mayor al mes más lluvioso promedio anual. Ambos parámetros son efectos claros del cambio climático en el estado.

[3] Meteoblue, (30 de octubre de 2024). Cambio climático Yucatán. https://www.meteoblue.com/es/climate-change/yucat%c3%a1n_m%c3%a9xico_8862755

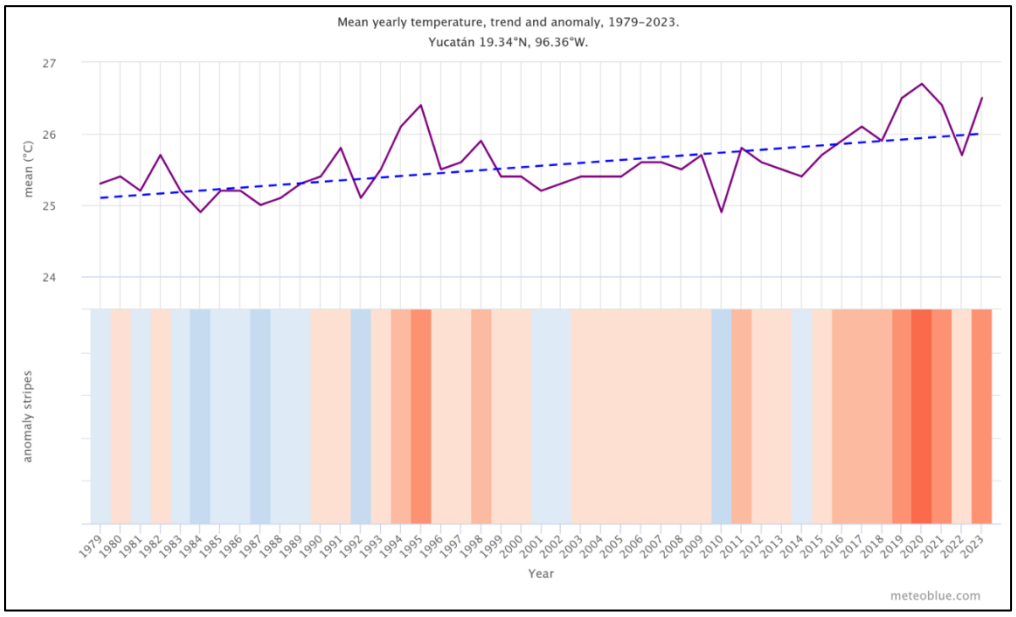


Figura 60. Gráfica de cambio anual de temperatura en Yucatán

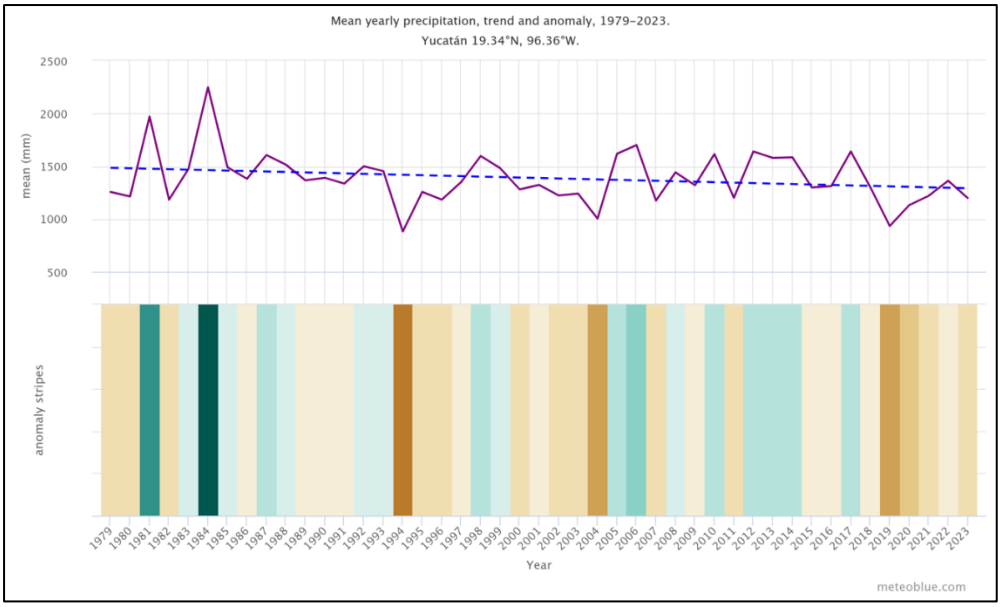


Figura 61. Gráfica de variación anual de las precipitaciones en Yucatán.

Interperismos climatológicos

Durante el verano se tiene la presencia de los vientos alisios que llegan cargados de humedad provenientes de la celda Bermuda Azores, provocando lluvias de ligeras a fuertes principalmente entre los meses de mayo a octubre y son el principal aporte de lluvia estival en el estado. De igual manera en el estado se tiene la presencia de ondas tropicales las cuales se producen en el cinturón de los vientos alisios y son ondulaciones superpuestas a los vientos del este, ocasionando lluvias en el verano. Por otra parte, las depresiones o tormentas tropicales, se consideran zonas de baja presión que se forman por el calentamiento del océano y que se desarrollan de tal manera que van acumulando energía hasta convertirse en huracanes en diferentes categorías, estas tienen su origen en al Atlántico Oriental o el Mar de las Antillas.

En la Península igual son frecuentes los “nortes” o frentes fríos, se generan por el choque de los vientos circumpolares con los vientos del oeste. Al aproximarse al interior del continente, generalmente ocasionan lluvias ligeras y bajas abruptas de temperatura que llegan a durar hasta tres o cuatro días sobre la Península.

Geomorfología y características del suelo

En términos geológicos, el subsuelo del estado de Yucatán está constituido por una secuencia de sedimentos calcáreos de origen marino del Terciario Reciente y ha estado bajo subsidencia lenta pero continua. La geología superficial de Yucatán se caracteriza por la poca existencia de suelo (20 cm aproximadamente) y se compone, en su mayor parte, de una caliza muy dura formada por la solución y precipitación de carbonato de calcio que cementa granos y fragmentos de conchas cerca de la superficie del terreno. Por su parte, el proyecto evaluado se encuentra en un tipo de roca Caliza.

La Región Ecológica se desarrolla sobre un entorno geológico caracterizado principalmente por la presencia de roca caliza, asociada con formaciones del Terciario Superior. Esta condición geológica determina la presencia de un paisaje kárstico, caracterizado por procesos de disolución de materiales carbonatados, infiltración del agua y desarrollo de formas particulares del relieve.

Geomorfológicamente, destaca la presencia de una planicie kárstica estructural baja, asociada con procesos de denudación, que proporciona condiciones relativamente homogéneas de relieve en amplios sectores de la región. Sin embargo, a escala local pueden presentarse irregularidades, afloramientos rocosos y depresiones naturales que modifican las condiciones de drenaje e infiltración.

La importancia ambiental de este componente radica en su relación con la dinámica del agua subterránea, la formación de suelos someros y la distribución de la vegetación. Por ello, las excavaciones, nivelaciones y movimientos de tierras asociados con la construcción habitacional deberán considerar las particularidades del sustrato kárstico, procurando reducir modificaciones innecesarias del relieve y prevenir la contaminación del subsuelo.

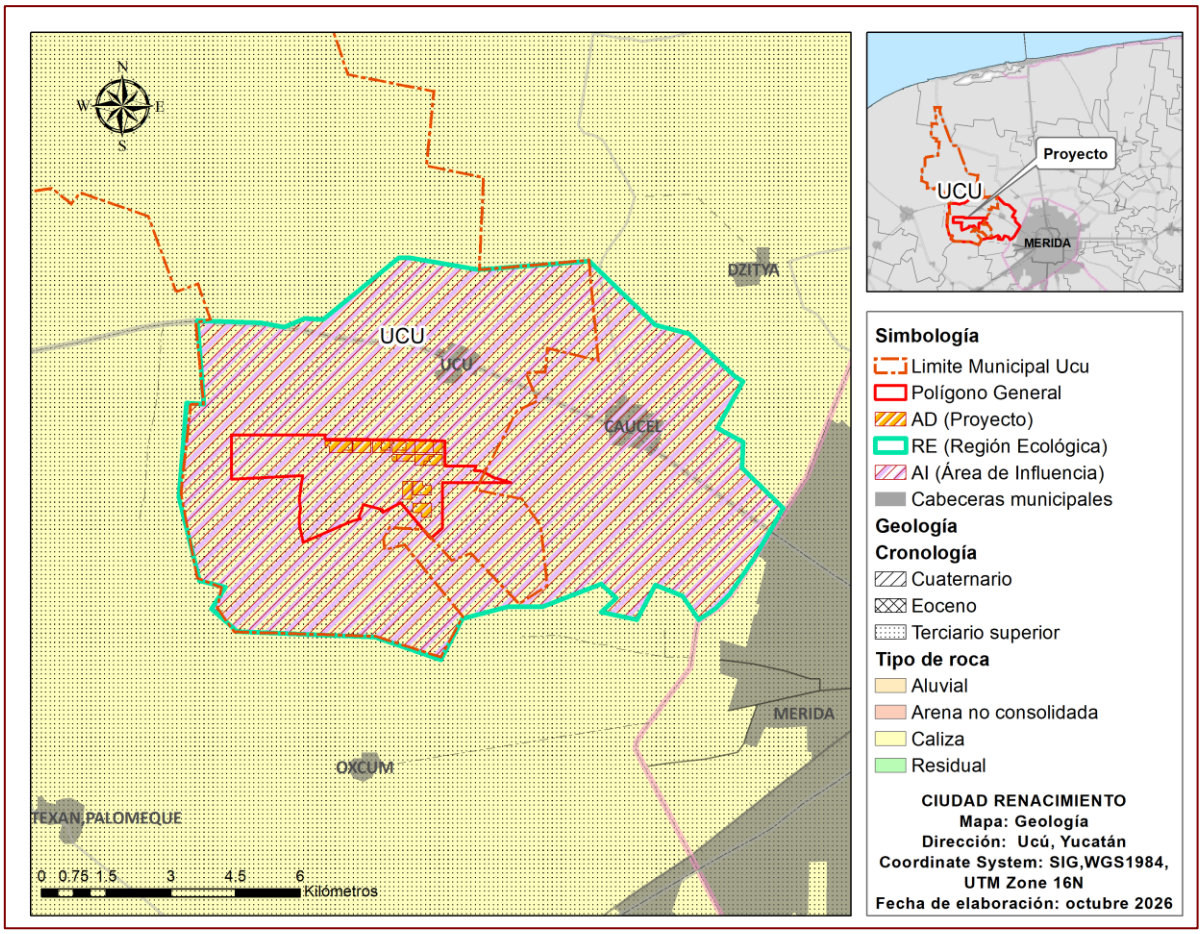


Figura 62. Mapa de Geomorfología en la Región Ecológica

La roca caliza, sobre la cual se ubica el proyecto "CIUDAD RENACIMIENTO", se caracteriza por ser una roca sedimentaria de origen carbonatado, compuesta principalmente por carbonato de calcio ($CaCO_3$), cuya formación está asociada con procesos de acumulación y consolidación de sedimentos marinos. Una de sus principales características es su susceptibilidad a los procesos de disolución química ocasionados por la interacción con el agua de lluvia y el dióxido de carbono, lo que favorece el desarrollo de un relieve kárstico, característico de la península de Yucatán. Este tipo de roca puede presentar fracturas, fisuras, cavidades y conductos de disolución que facilitan la infiltración y circulación del agua hacia el subsuelo, condicionando la dinámica hidrológica de la región y favoreciendo la recarga del acuífero. Asimismo, la presencia de roca caliza influye directamente en la formación de suelos generalmente someros, pedregosos y de espesor variable, así como en las características de la vegetación que se desarrolla sobre ellos.

Desde el punto de vista ambiental, estas características adquieren especial relevancia debido a que la naturaleza kárstica del terreno puede incrementar la vulnerabilidad del agua subterránea frente a la incorporación de sustancias contaminantes. Por lo anterior, durante las actividades de preparación del sitio y construcción de viviendas del proyecto se deberán considerar medidas preventivas

orientadas a evitar la contaminación del suelo y subsuelo, así como minimizar las modificaciones innecesarias del relieve natural y de las condiciones de infiltración del agua.

Edafología

Los suelos de la Región Ecológica presentan características vinculadas con el desarrollo de materiales calcáreos y las condiciones geomorfológicas de la península de Yucatán. Entre las unidades edáficas identificadas en los antecedentes de caracterización del área se encuentran los suelos someros asociados con materiales calizos, incluyendo litosoles y rendzinas, cuya distribución específica corresponde con la cartografía edafológica utilizada para la delimitación de la RE, en la cual, el proyecto se ubica particularmente en los suelos de tipo Litosol.

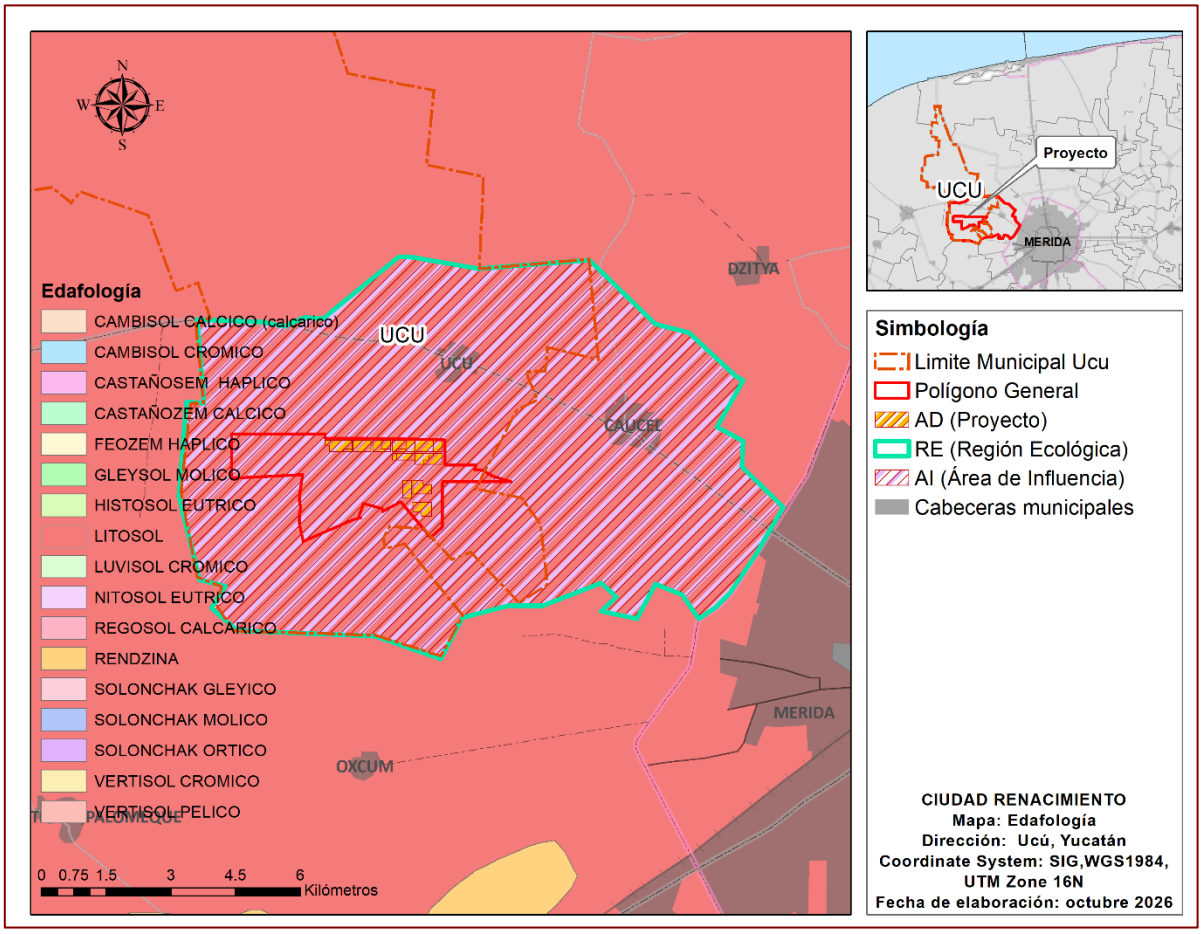


Figura 63. Mapa edafológico en la Región Ecológica

Los suelos tipo Litosol, sobre los cuales se ubica el proyecto, se caracterizan por ser suelos poco desarrollados, de escasa profundidad y generalmente pedregosos, que se encuentran asociados con afloramientos de roca caliza, característicos de la península de Yucatán. Estos suelos presentan una capa superficial delgada, con acumulaciones variables de materia orgánica, y frecuentemente se

encuentran limitados por la presencia de roca dura a poca profundidad. Debido a sus características físicas, los litosoles presentan una capacidad limitada para el almacenamiento de agua y el desarrollo de raíces profundas, aunque pueden sostener comunidades de vegetación adaptadas a estas condiciones. Asimismo, su reducido espesor los hace susceptibles a la pérdida de suelo por remoción de la cobertura vegetal y actividades de movimiento de tierras. Desde el punto de vista ambiental, durante las actividades de preparación del sitio y construcción de viviendas se deberá procurar la conservación del suelo superficial aprovechable, limitar las superficies de despalme y prevenir procesos de degradación, compactación y contaminación del terreno.

Estos suelos pueden presentar profundidades reducidas, pedregosidad elevada y variaciones locales en el contenido de materia orgánica, lo que condiciona el establecimiento de las comunidades vegetales y su capacidad de recuperación frente a las perturbaciones. Desde el punto de vista ambiental, el suelo constituye un componente susceptible de afectación por actividades de desmonte, despalme, excavación, relleno y compactación, debido a la posible pérdida de cobertura edáfica, modificación de su estructura y reducción de su capacidad de infiltración.

Por lo anterior, resulta relevante establecer medidas de manejo que permitan limitar la superficie de intervención, aprovechar los materiales edáficos adecuados y prevenir la disposición incontrolada de residuos o sustancias contaminantes.

Hidrología

Debido a las características calcáreas y de alta permeabilidad en la península de Yucatán son poco frecuentes los cuerpos de agua superficiales, sin embargo, los acuíferos subterráneos son frecuentes y forman un sistema que se intercomunica entre sí y que desemboca en el mar, estos sistemas mantienen niveles freáticos que varían de dos a tres metros en la región norte del estado y hasta los 130 m en la región sur. Por su parte los cuerpos de agua superficiales están presentes en la región norte y estos mantienen una intercomunicación con el mar, algunos ejemplos pueden ser los esteros de Celestún, Yucalpetén, Río lagartos. Los cuerpos superficiales al interior del estado se reducen a cuerpos de agua temporales provocados por la precipitación, o su caso, bancos de extracción de materiales pétreos abandonados.

Se considera a la Península de Yucatán como una Unidad Regional denominada “Acuífero Península de Yucatán”, conformada por trece Unidades Hidrogeológicas, de las cuales se encuentran en Yucatán: Costera, Círculo de Cenotes, Planicie Interior y Cerros y Valles. En el caso del proyecto, se localiza en la región círculo de cenotes.

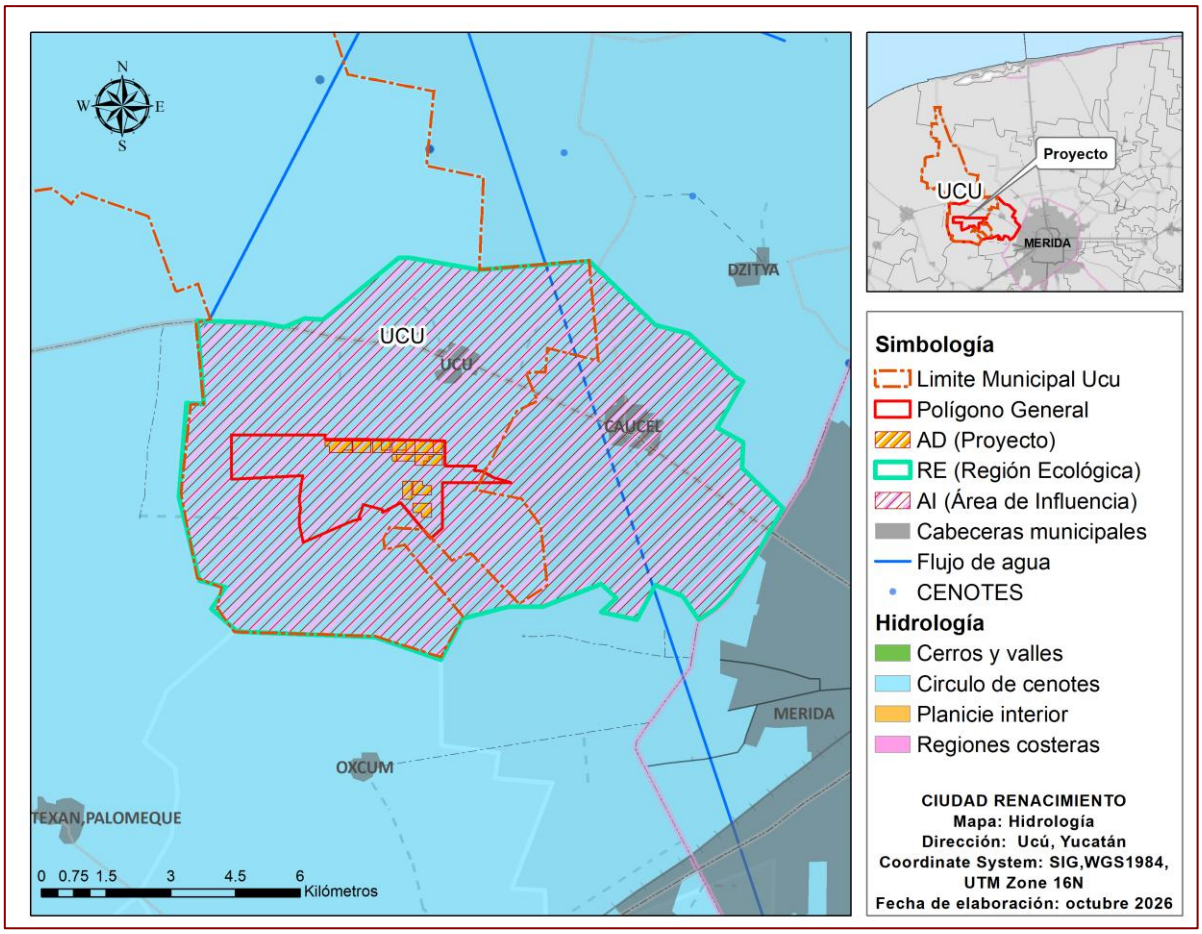


Figura 64. Mapa de características hidrológicas en la RE

De acuerdo con la cartografía hidrológica, el proyecto “Ciudad Renacimiento”, ubicado en el municipio de Ucú, Yucatán, se encuentra dentro de la zona denominada Círculo de Cenotes, la cual se caracteriza por la presencia de un sistema kárstico desarrollado sobre rocas calizas, donde predominan los procesos de infiltración y circulación subterránea del agua. Esta zona forma parte de una estructura hidrogeológica regional asociada con la distribución de cenotes y conductos de disolución, que favorecen la conectividad hidráulica y la recarga del acuífero. Debido a estas características, el agua subterránea constituye un componente ambiental de especial importancia y presenta susceptibilidad a la contaminación por infiltración de sustancias desde la superficie.

La dinámica hidrológica de la Región Ecológica se encuentra estrechamente relacionada con las características del sustrato calizo y los procesos de infiltración propios del ambiente kárstico. La elevada permeabilidad secundaria de las rocas carbonatadas favorece el movimiento del agua hacia el subsuelo, por lo que la presencia de corrientes superficiales permanentes es limitada. No obstante, pueden presentarse depresiones y zonas de acumulación temporal de agua durante la temporada de

lluvias. En los antecedentes de caracterización ambiental del predio se identificaron sitios con acumulación estacional de agua, lo que evidencia la importancia de reconocer estos elementos a escala local y determinar su relación con la dinámica hidrológica del entorno.

El agua subterránea constituye un componente ambiental relevante por su importancia para los ecosistemas y el abastecimiento de las poblaciones de la región. En este sentido, las características del medio kárstico pueden incrementar la vulnerabilidad del acuífero frente a la incorporación de contaminantes. Por consiguiente, durante la construcción de viviendas será necesario considerar medidas para prevenir derrames de combustibles, lubricantes y otras sustancias, así como evitar la disposición de residuos sobre el terreno y la obstrucción de zonas naturales de infiltración.

3.7.3. Análisis de riesgo

Fenómenos naturales extremos

En el Estado no se presentan sismos, erupciones volcánicas, tornados y ni granizadas considerables, por lo cual el único evento climático extremo de la región son los ciclones tropicales o “huracanes” y sus fases de iniciación comprendidas. La formación de los ciclones en los océanos se ve favorecida cuando la temperatura de la capa superficial de agua supera los 26°C.

Para el caso de los ciclones tropicales, que son el fenómeno más recurrente que afecta al Estado, y donde entre algunas experiencias recientes de fenómenos hidrometeorológicos destacan los impactos de los huracanes Isidoro (año 2002), Emily (2005), Wilma (2005) y Dean (2007), con vientos extremadamente fuertes y lluvias torrenciales que produjeron inundaciones, corrimientos de tierra y marejadas ciclónicas en áreas costeras que fueron dañadas de forma significativa.

Por su parte, la temporada de los llamados “nortes” comienza a partir de agosto hasta principios de enero, estos son fenómenos de corta duración con lluvias y vientos de mediana intensidad que provienen de altas latitudes de donde deriva su nombre. A diferencia de estos fenómenos meteorológicos leves, los huracanes se presentan durante el verano y otoño en el Golfo de México y el Mar Caribe, que son áreas de baja presión por lo que en ellos se facilita su formación. Estos sí son con lluvias y vientos intensos que pueden causar desastres y daños significativos a bienes y personas. Ocasionalmente se presentan lluvias torrenciales, generalmente de corta duración, pues los vientos arrastran rápidamente a las nubes y debido al tipo de suelo, la ocurrencia de inundaciones es poco frecuente.

Los últimos ciclones y huracanes en Yucatán incluyen:

- Huracán Milton (2024): Categoría 5, vientos de hasta 278 km/h, afectó la península de Yucatán, específicamente cerca de Celestún.
- Huracán Nine (2024): Categoría 2, vientos de hasta 157 km/h, impactó la península de Yucatán.
- Tormenta tropical Alberto (2024): Vientos de hasta 83 km/h, afectó la península de Yucatán.

- Huracán Otis (2023): Categoría 5, vientos de hasta 269 km/h, aunque no impactó directamente Yucatán, sí afectó el suroeste y occidente de México.
- Huracán Lidia (2023): Categoría 4, vientos de hasta 222 km/h, impactó el occidente y centro-norte de México.
- Huracán Ian (2022): Categoría 5, aunque no tocó tierra directamente en Yucatán, pasó cerca de Isla Mujeres con vientos de hasta 259 km/h.

Actualmente, se están monitoreando sistemas activos en el Atlántico, como el Huracán Rafael. La temporada de huracanes en el Atlántico y el Caribe comenzó el 1 de junio y finalizará el 30 de noviembre.

Vientos

Los vientos dominantes en la región provienen en dirección noreste y sureste y forman parte de las corrientes de los alisios. Los más importantes se originan por la circulación ciclónica de junio a octubre, con mayor incidencia en septiembre, y los “nortes” que abarcan de noviembre a marzo, haciendo descender la temperatura y aportando humedad en la época invernal. A veces estos “nortes” se acompañan con vientos de más de 100 Km/h.

El Atlas de Peligros por Fenómenos Naturales (2024), menciona que sobre los análisis de vientos que realizaron, las simulaciones que recrean las temporadas de nortes y de ciclones, muestran un factor común en la predominancia de los vientos alisios, estos son persistentes todo el año no importando la condición de estacionalidad. Cuando se corre una simulación del comportamiento de los vientos para todos los registros que existen de cada estación climatológica, que lo llamaremos “todos los tiempos”, la estadística cambia en función de los eventos acumulados por dirección de donde sopla el viento.

Podemos observar que esta simulación está muy correlacionada con la obtenida para la temporada de ciclones y podemos establecer que es más la permanencia de los vientos del Mar Caribe y Atlántico (por la inyección, transporte y permanencia del calor en el agua) que los vientos de rebote del Golfo de México y en mucho menor medida los que provienen del sur.

En este sentido, la velocidad del viento en la zona del proyecto varía según la temporada climática. A continuación, se muestran algunos datos generales sobre la velocidad del viento en la región:

• Temporada de ondas tropicales (mayo a octubre): Durante esta temporada, los vientos dominantes provienen del este y noreste, con velocidades que pueden alcanzar los 15-30 km/h.

• Temporada de frentes fríos o "Nortes" (noviembre a abril): En esta temporada, los vientos dominantes provienen del norte y noroeste, con velocidades que pueden alcanzar los 30-50 km/h.

• Velocidades máximas: En algunas ocasiones, los vientos pueden alcanzar velocidades de hasta 260 km/h, como se registró en el huracán Dean en 2007, que afectó la península de Yucatán con vientos de categoría 5.

• Condiciones actuales: Desafortunadamente, no tengo acceso a datos en tiempo real sobre la velocidad del viento en la costa norte de Yucatán. Sin embargo, puedes consultar sitios web como Weather Channel o Meteoblue para obtener información actualizada sobre el clima y el viento en la región.

Es importante tener en cuenta que la velocidad del viento puede variar dependiendo de la ubicación específica y las condiciones climáticas locales.

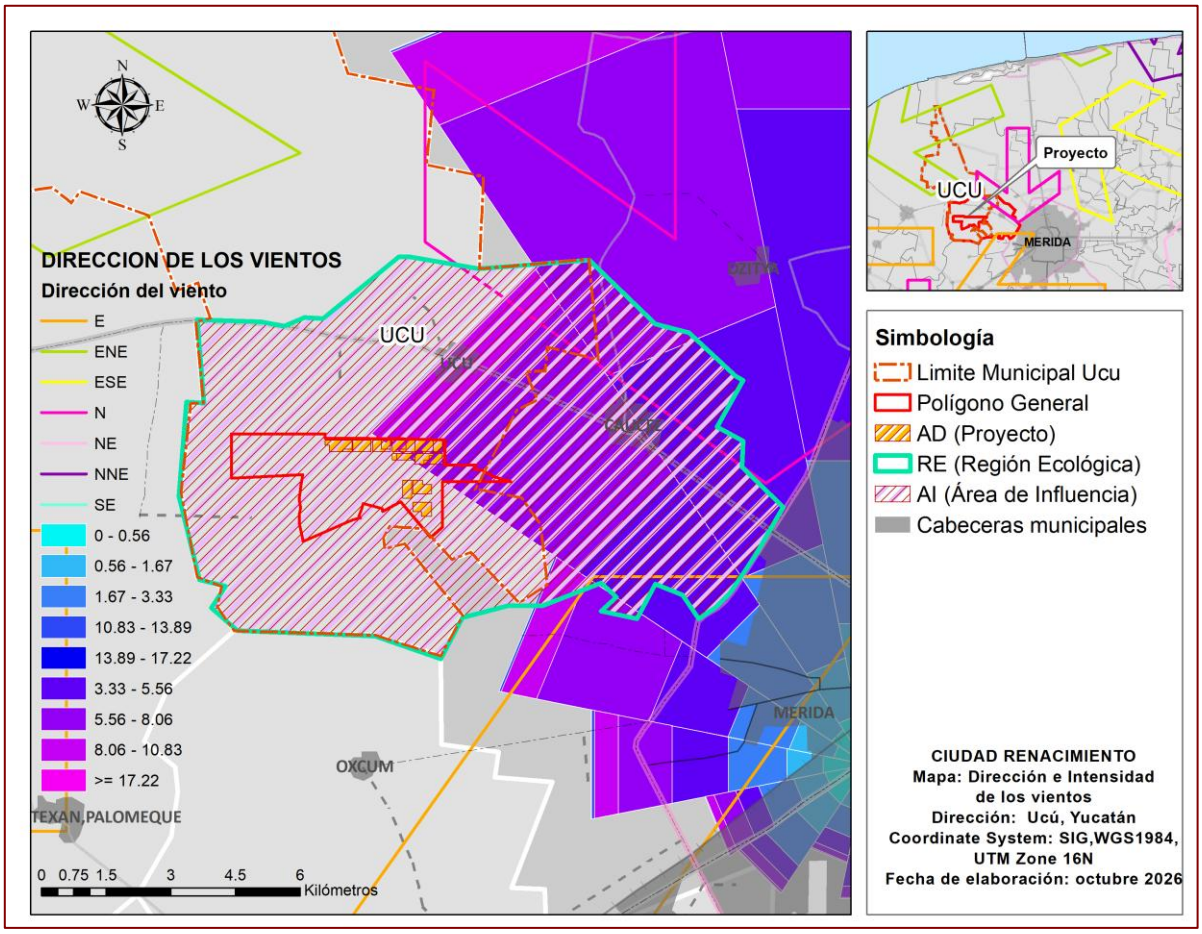


Figura 65. Mapa de intensidad de los vientos.

El proyecto se ubica en una zona donde los vientos van de 5.56 a 8.06 m/s

Susceptibilidad de hundimientos

De acuerdo con el Atlas de Peligros Naturales del estado de Yucatán (2024), para el análisis de susceptibilidad de hundimientos se incluyeron cinco variables donde se ponderó su peso tomando en consideración su impacto relativo en términos de susceptibilidad a la karstificación. Se tomó en cuenta el mapa de geología, grado de fracturamiento, densidad de dolinas, hidrogeoquímica y espesor de suelos, cuyo resultado se resume en el mapa de susceptibilidad a hundimientos por procesos kársticos (Figura siguiente).

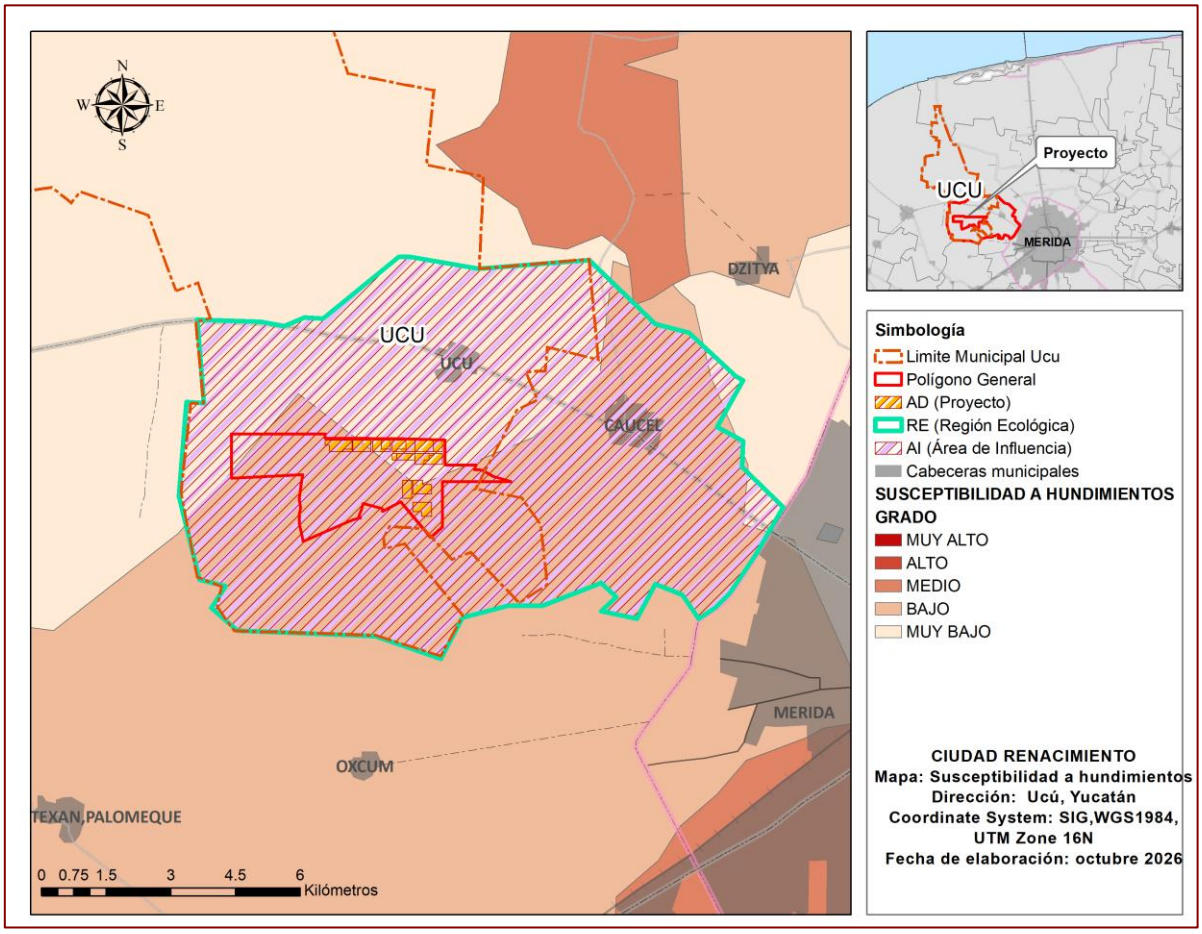


Figura 66. Mapa de susceptibilidad a hundimientos.

La zona de mayor relevancia se distribuye en el centro-noreste del territorio del Estado donde se tiene el mayor grado de susceptibilidad, en esta área se encuentra la mayor concentración de dolinas, respecto del resto del territorio. De acuerdo con el análisis previo mediante imágenes de satélite, en estas áreas se llegó a contabilizar aproximadamente 15 dolinas por kilómetro cuadrado. Sin embargo, en el área, donde se ubica el proyecto, la susceptibilidad a hundimientos presenta un nivel bajo y muy bajo, ya que se encuentra al norte del territorio de Yucatán.

Susceptibilidad a la Inundación pluvial

Otro aspecto de interés es la Susceptibilidad a la Inundación pluvial, ya que en el caso particular del Estado no cuenta con ríos, a lo cual se analizaron y definieron los elementos físicos geográficos que influyen en la susceptibilidad (Atlas de Peligros Naturales del Estado de Yucatán, 2024), como planicies, pendientes, precipitación, fracturamiento, espesor de suelo, dolinas, escurrimiento e infiltración.

Los resultados muestran los valores más altos para las planicies, pendiente e infiltración. En el análisis de la susceptibilidad a la inundación, se calculó toda la superficie del Estado, como resultado se definieron 5 niveles; en Muy Bajo, Bajo, Medio, Alto y Muy Alto.

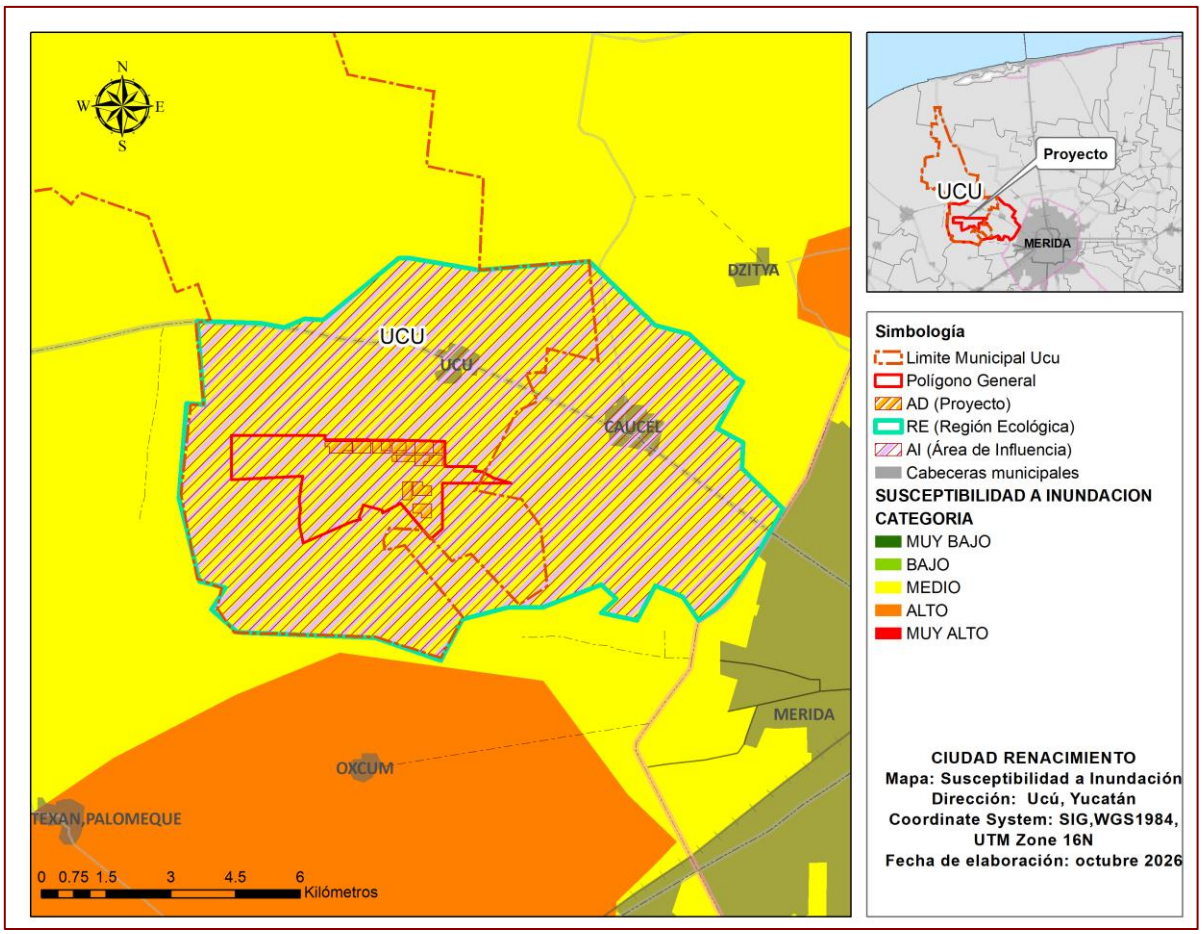


Figura 67. Mapa de susceptibilidad del terreno a inundaciones pluviales.

De acuerdo con el mapa de susceptibilidad a Inundación, se puede decir que en la zona en donde se desarrolla el proyecto presenta una categoría media. Esto significa que el suelo presenta nivel medio bajo de percolación o infiltración al suelo. En la zona plana, se tiene la susceptibilidad alta en los municipios de Umán, Chocholá, Izamal, Tunkás, Panabá, Tizimín, Chemax y Valladolid, que se ubican al poniente, centro y oriente del Estado y algunas zonas pequeñas esparcidas por la zona.

Cabe mencionar que los mapas resultantes, no son la representación de algún modelo hidráulico, por lo que no se representan en ellos escenarios de magnitud o intensidad del fenómeno de inundación, más bien en ellos se diferencian las áreas que se verían más afectadas de las que menos problemas presentarían, cuando se presente una lámina de precipitación similar a las analizadas.

3.7.4. Componentes socioeconómicos

Medio socioambiental y transformación territorial

La Región Ecológica comprende un entorno influenciado por la expansión de asentamientos humanos y el desarrollo de infraestructura de comunicación, particularmente por su relación funcional con el municipio de Ucú y las áreas urbanizadas del entorno de Mérida. La presencia de localidades, vialidades, áreas habitacionales y actividades agropecuarias evidencia un proceso de transformación territorial que ha modificado progresivamente las características originales del paisaje.

Estas actividades pueden generar presiones ambientales asociadas con la sustitución de coberturas vegetales, fragmentación de hábitats, incremento del tránsito vehicular, generación de residuos y modificación de las condiciones de infiltración. La infraestructura vial también constituye un elemento de conexión territorial que facilita la movilidad y el acceso a los distintos sectores de la región, aunque puede representar una barrera para el desplazamiento de determinadas especies de fauna silvestre.

En este contexto, el proyecto Ciudad Renacimiento forma parte de una dinámica territorial más amplia, caracterizada por la coexistencia de superficies vegetadas y áreas destinadas al desarrollo urbano. Sin embargo, para efectos de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, el análisis específico de las actividades del proyecto se concentra en la preparación del sitio y construcción de viviendas, sin perjuicio de considerar las presiones ambientales existentes y los posibles efectos acumulativos que correspondan.

Análisis socioeconómicos

Los componentes socioeconómicos de la Región Ecológica (RE) del proyecto denominado “Ciudad Renacimiento”, ubicado en el municipio de Ucú, Yucatán, se encuentran estrechamente relacionados con la dinámica de crecimiento urbano, las actividades económicas, la distribución de la población y el desarrollo de infraestructura y servicios que caracterizan al entorno territorial.

La Región Ecológica, con una superficie de 9,569.59 hectáreas, comprende un espacio de interacción entre áreas con vegetación secundaria, superficies destinadas a actividades agropecuarias, asentamientos humanos e infraestructura vial, lo que refleja un territorio sujeto a procesos de transformación derivados del crecimiento de las localidades y de la expansión urbana de la zona metropolitana de Mérida.

Población y distribución de los asentamientos humanos

La distribución de la población dentro de la Región Ecológica está relacionada principalmente con la presencia de localidades y desarrollos habitacionales vinculados funcionalmente con la cabecera municipal de Ucú y el entorno urbano de Mérida.

La cercanía con áreas urbanizadas y la existencia de vías de comunicación han favorecido la conectividad territorial y la interacción entre las localidades rurales y urbanas, generando una dinámica de movilidad asociada con actividades laborales, educativas, comerciales y de servicios. En este contexto, la Región Ecológica presenta distintos grados de ocupación territorial, desde superficies con cobertura vegetal y actividades agropecuarias hasta sectores con infraestructura urbana y asentamientos humanos consolidados o en proceso de desarrollo.

Esta distribución territorial constituye un elemento relevante para la evaluación ambiental, debido a que las actividades de construcción de viviendas pueden interactuar con la población cercana mediante la generación de empleo temporal, el movimiento de materiales, el tránsito de vehículos y la demanda de servicios durante el periodo constructivo.

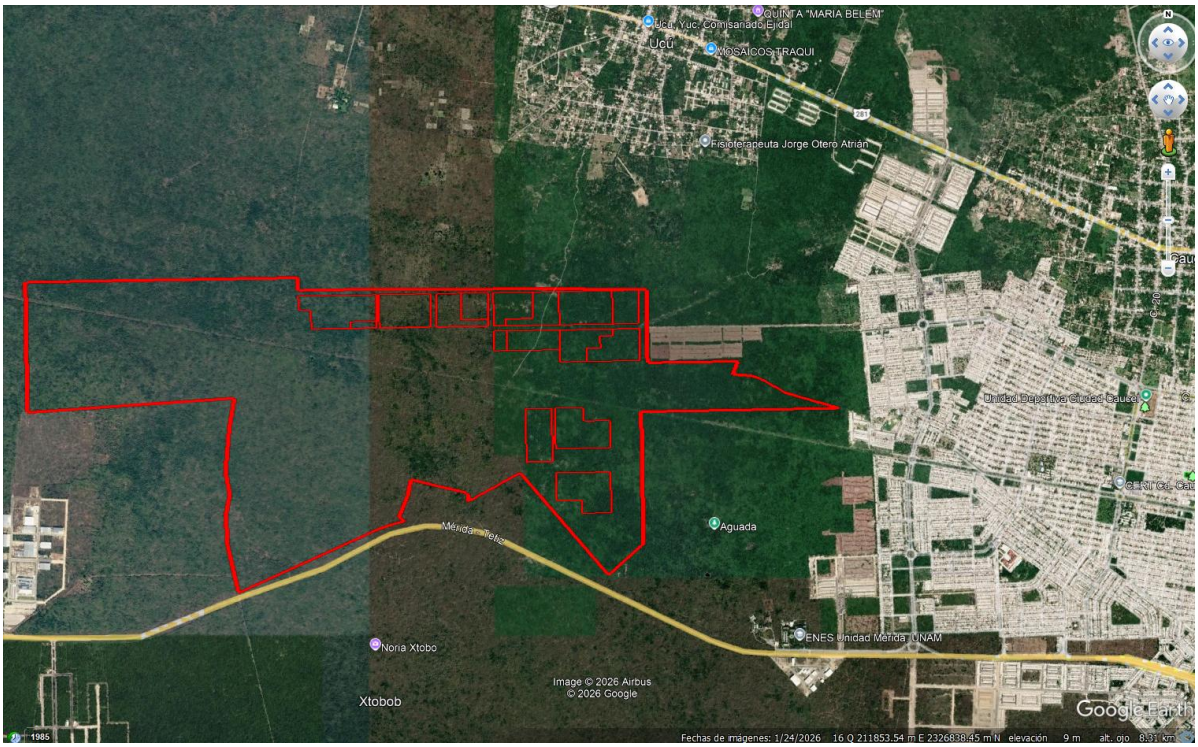


Figura 68. Imagen satelital

Como se puede observar en la imagen satelital anterior, el proyecto se localiza en una zona de transición entre superficies con cobertura vegetal y áreas urbanizadas, particularmente hacia el sector poniente de la ciudad de Mérida. En la imagen se observa que el polígono del proyecto, delimitado en color rojo, se encuentra principalmente sobre terrenos con cobertura vegetal, mientras que hacia el este y noreste se identifican extensas superficies ocupadas por desarrollos habitacionales, caracterizados por una distribución regular de manzanas, lotes y vialidades.

Entre los principales asentamientos humanos identificables en el entorno destacan la cabecera municipal de Ucú, localizada al norte del proyecto, y los desarrollos habitacionales del sector de Caucel, situados principalmente hacia el este y noreste. Estas áreas presentan una mayor concentración de edificaciones e infraestructura urbana, en contraste con los terrenos que conforman

el polígono del proyecto, donde predomina la cobertura vegetal y se observa una menor intervención urbana.

Asimismo, al sur del polígono se identifica una vialidad de conexión regional que permite la comunicación entre los diferentes sectores del territorio, favoreciendo la accesibilidad hacia las localidades y desarrollos habitacionales cercanos. Esta infraestructura constituye un elemento importante para la movilidad de la población y la articulación territorial entre Ucú y Mérida.

La distribución espacial de los asentamientos humanos evidencia un patrón de crecimiento urbano concentrado principalmente hacia el este del proyecto, mientras que en las porciones central y occidental predominan superficies con vegetación y una menor densidad aparente de construcciones. Esta configuración refleja un proceso de expansión urbana hacia áreas anteriormente menos intervenidas, donde los desarrollos habitacionales coexisten con terrenos que aún conservan cobertura vegetal.

En este contexto, el proyecto Ciudad Renacimiento se encuentra en un entorno territorial influenciado por el crecimiento habitacional del poniente de Mérida y su vinculación con el municipio de Ucú. Por lo anterior, durante las actividades de preparación del sitio y construcción de viviendas, será importante considerar la proximidad de los asentamientos humanos existentes, particularmente por las posibles interacciones relacionadas con el tránsito de vehículos de carga, transporte de materiales, generación de ruido y emisión de partículas suspendidas.

En términos generales, la imagen anterior permite identificar una distribución heterogénea de los asentamientos humanos, caracterizada por la concentración de áreas urbanizadas hacia el este y noreste, y el predominio de superficies vegetadas en el interior y poniente del polígono del proyecto, lo que constituye un elemento relevante para comprender la dinámica de ocupación territorial del entorno.

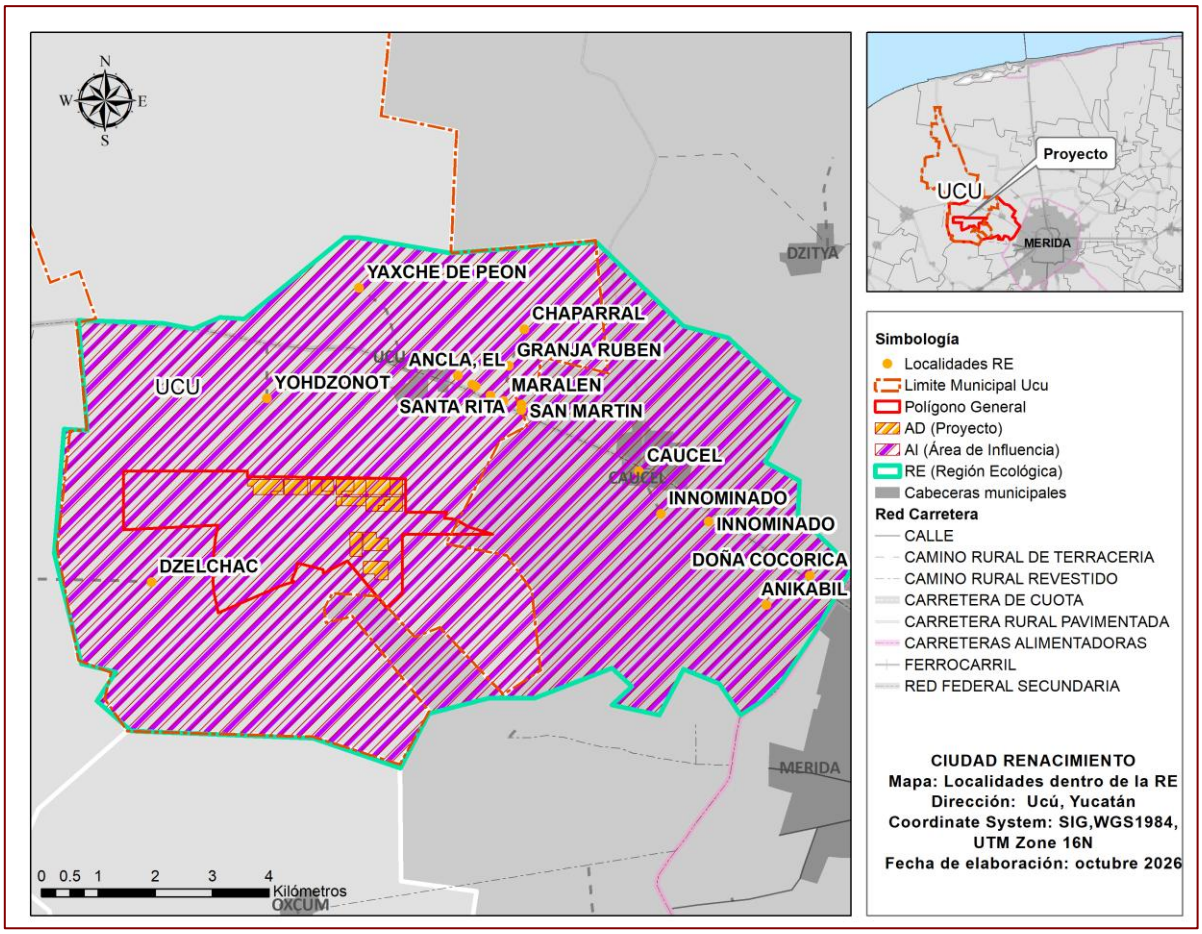


Figura 69. Localidades en la RE

De acuerdo con la cartografía en la RE se ubica la localidad de Ucú, Caucel, Yaxché de Peón, Yohdzonot, Dzelchac y otras localidades o asentamientos de menor tamaño. A continuación, se muestran los principales indicadores de población de Ucú, INEGI 2020

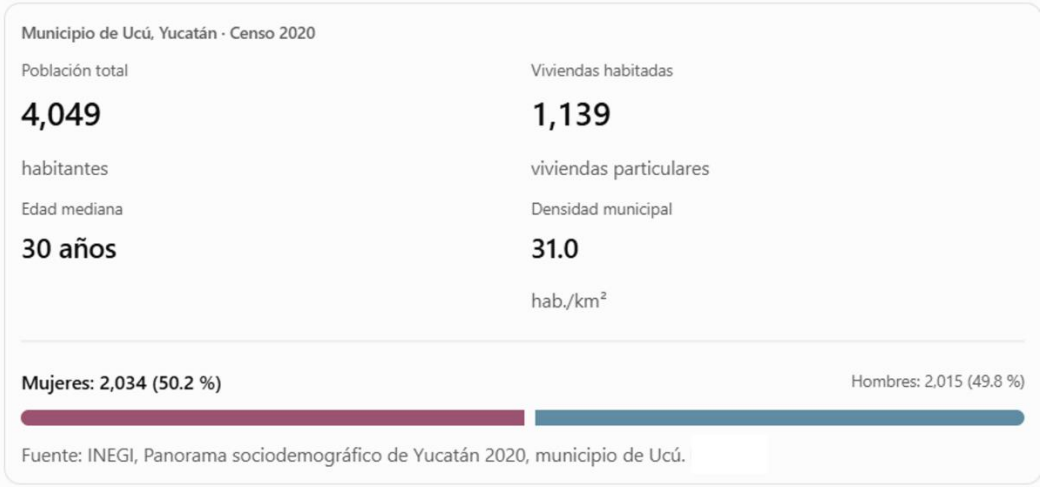


Figura 70. Población y vivienda Municipio de Ucú, Yucatán

Tabla 74. Principales indicadores de población en el Municipio de Ucú

Indicador	Porcentaje
Población económicamente activa (12 años y más)	62
PEA ocupada	99
Población afiliada a servicios de salud	73
Población de 15 años y más sin escolaridad	7
Población de 15 años y más con educación básica	63
Viviendas con agua entubada	66
Viviendas con drenaje	87
Viviendas con energía eléctrica	100
Viviendas con acceso a internet	36

La siguiente tabla presenta las localidades principales ubicadas dentro de la RE y para las cuales se pudieron identificar cifras censales de INEGI, 2020.

Tabla 75. Población por principales localidades en la RE

Nombre de la localidad	Población total	Población femenina	Población masculina
Yohdzonot	6	*	*
Yaxché de Peón	910	461	449
Ucú	3119	1565	1554
Santa Rita	2	*	*
Muchil	2	*	*
Matute [Quinta]	3	*	*
Localidades de una vivienda	13	6	7

Localidades de dos viviendas	7	*	*
Las Palomas [Quinta]	7	*	*
Caucel	8823	4392	4431
TOTAL	**12892**	**6424**	**6441**

*Información no disponible (N/D)

Para la caracterización de los componentes socioeconómicos de la Región Ecológica del proyecto denominado "Ciudad Renacimiento", se consideró como fuente de información el Censo de Población y Vivienda 2020 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), con la finalidad de identificar las principales características demográficas, económicas y de vivienda de las localidades ubicadas en el entorno del proyecto. De acuerdo con los resultados censales, el municipio de Ucú registró una población total de 4,049 habitantes, de los cuales 2,034 corresponden a mujeres (50.2 %) y 2,015 a hombres (49.8 %). Asimismo, presentó una densidad poblacional de 31 habitantes por kilómetro cuadrado y una edad mediana de 30 años.

En cuanto a la distribución territorial, la población municipal se concentra principalmente en la cabecera de Ucú, con 3,119 habitantes, y en la localidad de Yaxché de Peón, con 910 habitantes. Estas localidades representan aproximadamente el 99.5 % de la población municipal, mientras que el resto se distribuye entre localidades rurales de menor tamaño. Por otra parte, hacia el sector oriental de la Región Ecológica se identifica la localidad de Caucel, perteneciente al municipio de Mérida, la cual registró 8,823 habitantes en 2020. Su presencia refleja la interacción territorial entre el municipio de Ucú y las áreas urbanizadas del poniente de Mérida.

Considerando a las localidades de menor tamaño se identifican los siguientes indicadores de población;

Tabla 76. Características de la población de las localidades de la RE

Nombre de la localidad	Población total	Población con discapacidad	Población con limitación	Población afiliada a servicios de salud	Población afiliada a servicios de salud en el IMSS	Población afiliada a servicios de salud en el ISSSTE	Población afiliada a servicios de salud en una institución privada
Yohdzonot	6	*	*	*	*	*	*
Yaxché de Peón	910	58	119	679	476	5	1
Ucú	3119	156	409	2245	1459	38	14
Santa Rita	2	*	*	*	*	*	*
Muchil	2	*	*	*	*	*	*
Matute [Quinta]	3	*	*	*	*	*	*
Localidades de una vivienda	13	1	0	8	0	0	8

Localidades de dos viviendas	7	*	*	*	*	*	*
Las Palomas [Quinta]	7	*	*	*	*	*	*
Caucel	8823	426	776	6103	3838	158	48
TOTAL	**12892**	**641**	**1304**	**9035**	**5773**	**201**	**71**

De acuerdo con los datos del Censo de Población y Vivienda 2020 del INEGI, las localidades ubicadas en el entorno de la Región Ecológica del proyecto “Ciudad Renacimiento” presentan diferencias en sus características sociodemográficas y en el acceso a los servicios de salud.

La localidad de Ucú, con 3,119 habitantes, registra 156 personas con discapacidad (5.0 %) y 409 personas con alguna limitación (13.1 %). Asimismo, 2,245 habitantes (72.0 %) cuentan con afiliación a servicios de salud, de los cuales 1,459 están afiliados al IMSS y 38 al ISSSTE.

Por su parte, Yaxché de Peón, con 910 habitantes, registra 58 personas con discapacidad (6.4 %) y 119 con alguna limitación (13.1 %). En cuanto a los servicios de salud, 679 habitantes (74.6 %) cuentan con afiliación, de los cuales 476 están afiliados al IMSS y 5 al ISSSTE.

En las localidades de menor tamaño, como Yohdzonot, Santa Rita, Muchil y Matute [Quinta], la información correspondiente a discapacidad, limitaciones y afiliación a servicios de salud se encuentra reservada por criterios de confidencialidad estadística, debido al reducido número de habitantes.

En términos generales, los resultados muestran que aproximadamente siete de cada diez habitantes de Ucú y Yaxché de Peón cuentan con afiliación a servicios de salud, destacando el IMSS entre las instituciones reportadas. Asimismo, la presencia de población con discapacidad o limitaciones constituye un aspecto relevante para reconocer las condiciones de vulnerabilidad social en el entorno del proyecto.

Estos indicadores permiten caracterizar las condiciones de bienestar de la población y constituyen elementos de referencia para identificar posibles interacciones sociales durante las actividades de preparación del sitio y construcción de viviendas del proyecto Ciudad Renacimiento.

Actividades económicas

Las actividades económicas desarrolladas en el entorno de la Región Ecológica del proyecto se encuentran relacionadas con las características rurales y urbanas del territorio, así como con la influencia económica de la zona metropolitana de Mérida.

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el municipio de Ucú registró una población económicamente activa equivalente al 61.5 % de la población de 12 años y más, de la cual el 98.5 % se encontraba ocupada. Estos indicadores permiten reconocer la participación de la población municipal en las actividades productivas.

Sin embargo, considerando a todas las localidades dentro de la RE, de acuerdo con los datos del Censo de Población y Vivienda 2020 del INEGI, las localidades consideradas en el análisis socioeconómico de

la Región Ecológica del proyecto "Ciudad Renacimiento" registran una población total de 12,892 habitantes, de los cuales 6,451 corresponden a población económicamente activa (PEA) de 12 años y más, mientras que 6,375 personas se encuentran ocupadas. Esto representa una proporción de ocupación del 98.8 % respecto a la PEA, lo que refleja una elevada participación laboral entre la población económicamente activa.

Entre las principales localidades destaca Caucel, con 4,440 personas económicamente activas y 4,395 ocupadas, seguida de Ucú, con 1,525 personas económicamente activas y 1,502 ocupadas, y Yaxché de Peón, con 477 personas económicamente activas y 469 ocupadas. Estas tres localidades concentran prácticamente la totalidad de la población económicamente activa registrada en la tabla.

En cuanto a la distribución por sexo, se observa una mayor participación masculina en las actividades económicas. Del total de la PEA, 4,008 personas son hombres (62.1 %) y 2,443 son mujeres (37.9 %). Esta tendencia también se presenta en la población ocupada, donde los hombres representan el 61.9 % y las mujeres el 38.1 %.

En términos generales, los resultados permiten identificar una población con una elevada proporción de ocupación dentro de la PEA y diferencias en la participación económica entre hombres y mujeres. Estas características son relevantes para el proyecto Ciudad Renacimiento, debido a que las actividades de preparación del sitio y construcción de viviendas podrían generar oportunidades temporales de empleo directo e indirecto, así como una mayor demanda de bienes y servicios en las localidades del entorno.

Tabla 77. Características económicas de la población de la RE

Nombre de la localidad	Población total	Población de 12 años y más económicamente activa	Población femenina de 12 años y más económicamente activa	Población masculina de 12 años y más económicamente activa	Población de 12 años y más ocupada	Población femenina de 12 años y más ocupada	Población masculina de 12 años y más ocupada
Yohdzonot	6	*	*	*	*	*	*
Yaxché de Peón	910	477	176	301	469	175	294
Ucú	3119	1525	548	977	1502	545	957
Santa Rita	2	*	*	*	*	*	*
Muchil	2	*	*	*	*	*	*
Matute [Quinta]	3	*	*	*	*	*	*
Localidades de una vivienda	13	9	4	5	9	4	5
Localidades de dos viviendas	7	*	*	*	*	*	*
Las Palomas [Quinta]	7	*	*	*	*	*	*
Caucel	8823	4440	1715	2725	4395	1706	2689
TOTAL	**12892**	**6451**	**2443**	**4008**	**6375**	**2430**	**3945**

En este sentido la distribución territorial de las actividades económicas, la Región Ecológica presenta características heterogéneas. En los sectores rurales se identifican superficies destinadas a actividades agropecuarias, mientras que en las zonas urbanizadas y localidades cercanas se desarrollan actividades

relacionadas con el comercio y la prestación de servicios. La proximidad con la ciudad de Mérida, particularmente con los desarrollos habitacionales del sector de Caucel, favorece la interacción económica entre los asentamientos humanos de la región y los centros urbanos, mediante el desplazamiento de trabajadores, el intercambio comercial y la prestación de servicios.

Asimismo, el crecimiento habitacional del entorno constituye un factor que puede favorecer las actividades relacionadas con la construcción, el transporte de materiales y el suministro de insumos. En este contexto, durante las etapas de preparación del sitio y construcción de viviendas del proyecto Ciudad Renacimiento se prevé una demanda temporal de mano de obra, materiales y servicios especializados, lo que podría generar efectos económicos positivos asociados con la contratación de trabajadores y proveedores. Así mismo se considerarán las posibles interacciones con las actividades económicas existentes, principalmente aquellas relacionadas con la movilidad, el transporte y el aprovechamiento productivo del territorio.

Por lo anterior, las actividades económicas constituyen un componente relevante para la caracterización socioeconómica de la Región Ecológica y para la identificación de los impactos asociados con la ejecución del proyecto.

Infraestructura y vías de comunicación

La Región Ecológica presenta una red de comunicación integrada por vialidades regionales, caminos de acceso y vías de conexión con los principales asentamientos humanos del entorno. Entre los elementos de conectividad territorial destaca la relación funcional con el Periférico Manuel Berzunza y las vialidades que permiten el desplazamiento hacia el municipio de Ucú y los sectores occidentales de Mérida. La infraestructura vial constituye un componente relevante para el desarrollo de las actividades económicas y la movilidad de la población, al facilitar el transporte de personas, bienes, materiales y servicios. Desde el punto de vista ambiental, la construcción de viviendas podría incrementar temporalmente el tránsito de vehículos de carga, maquinaria y transporte de personal, principalmente durante las actividades de suministro de materiales y ejecución de las obras.

Por ello, es importante considerar medidas de organización del tránsito, señalización y control de las actividades de transporte, con la finalidad de reducir molestias y riesgos para la población cercana.

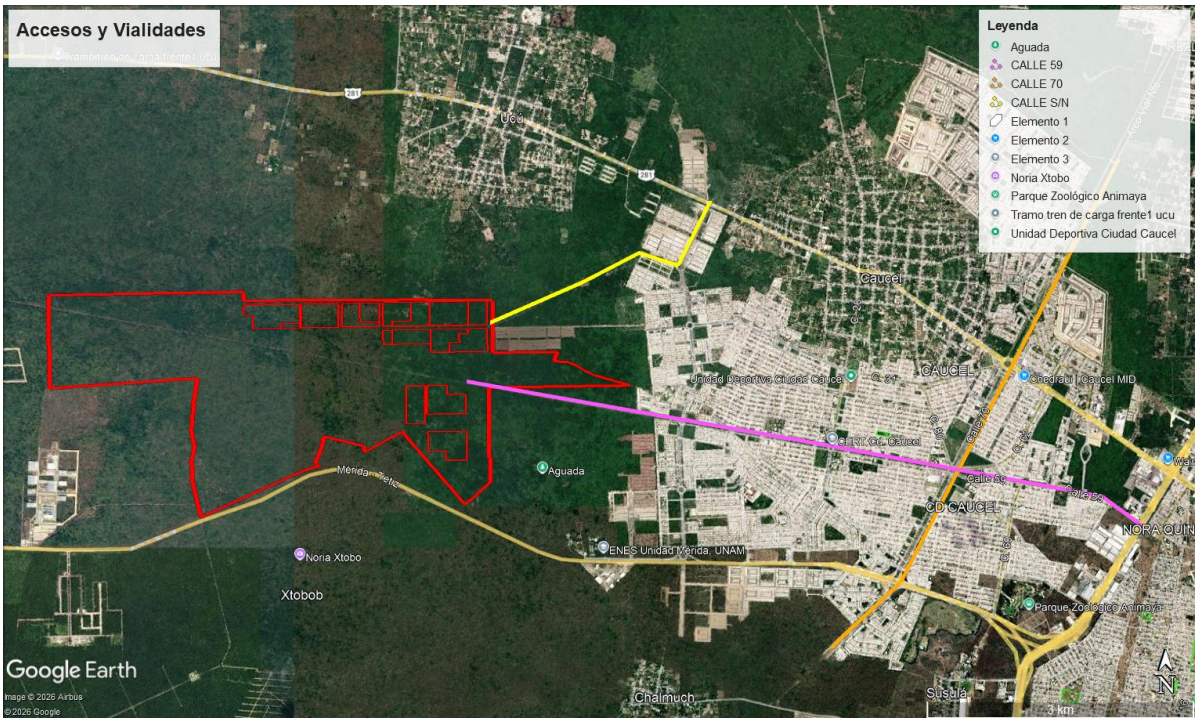


Figura 71. Vialidades y accesos al proyecto

En la imagen anterior se observa las principales vialidades; carretera Federa Mérida – Tetiz, así como la carretera estatal Mérida – Caucel – Ucú, así como también existen accesos alternos como la calle 59 la cual atraviesa el fraccionamiento Ciudad Caucel y la vialidad sin nombre que también viene del mismo fraccionamiento por la parte norte.

Servicios básicos y equipamiento urbano

La disponibilidad de servicios básicos y equipamiento urbano constituye un factor importante para comprender las condiciones socioeconómicas de los asentamientos humanos localizados dentro de la Región Ecológica. Entre los servicios relevantes se encuentran el suministro de agua potable, energía eléctrica, manejo de aguas residuales, recolección de residuos sólidos, transporte, educación, salud y seguridad pública.

El INEGI permite caracterizar los servicios básicos mediante indicadores como viviendas particulares habitadas, disponibilidad de agua entubada, drenaje, energía eléctrica, sanitario e internet. El equipamiento urbano —escuelas, centros de salud, instalaciones deportivas y otros servicios— debe analizarse por separado, ya que no todos estos elementos se contabilizan en el Censo de Población y Vivienda.

En materia de vivienda, el municipio registró 1,139 viviendas particulares habitadas, con un promedio de 3.6 ocupantes por vivienda. En relación con los servicios básicos, el 99.5 % de las viviendas disponía de energía eléctrica, el 87.0 % de drenaje y el 65.5 % de agua entubada, lo que evidencia diferencias en la cobertura de infraestructura y servicios. La distribución espacial de las localidades identificadas en la cartografía permite reconocer una mayor concentración de asentamientos humanos hacia los

sectores norte y oriental de la Región Ecológica, mientras que en otras porciones predominan superficies con cobertura vegetal y una menor presencia de edificaciones.

Como referencia para las localidades de Ucú ubicadas dentro de la RE, se dispone de los siguientes indicadores municipales:

Tabla 78. Estadísticas de servicios básicos por localidad

Nombre de la localidad	Población total	Total de viviendas	Total de viviendas particulares habitada s	Viviendas particulares habitadas con piso de material diferente de tierra	Viviendas particulares habitadas que disponen de energía eléctrica	Viviendas particulares habitadas que disponen de agua entubada y se abastecen del servicio público de agua	Viviendas particulares habitadas que disponen de drenaje	Viviendas particulares habitadas que disponen de energía eléctrica, agua entubada de la red pública y drenaje
Yohdzonot	6	1	*	*	*	*	*	*
Yaxché de Peón	910	320	257	253	249	175	215	212
Ucú	3119	1113	876	865	864	548	759	731
Santa Rita	2	1	*	*	*	*	*	*
Muchil	2	1	*	*	*	*	*	*
Matute [Quinta]	3	1	*	*	*	*	*	*
Localidades de una vivienda	13	4	4	4	4	1	3	3
Localidades de dos viviendas	7	2	*	*	*	*	*	*
Las Palomas [Quinta]	7	2	*	*	*	*	*	*
Caucel	8823	2720	2257	2216	2228	1820	2026	1994
TOTAL	**12892**	**4165**	**3394**	**3338**	**3345**	**2544**	**3003**	**2940**

De acuerdo con los datos del Censo de Población y Vivienda 2020 del INEGI, las localidades consideradas en el análisis socioeconómico de la Región Ecológica del proyecto "Ciudad Renacimiento" registran una población total de 12,892 habitantes y 4,165 viviendas, de las cuales 3,394 corresponden a viviendas particulares habitadas.

En cuanto a las características de las viviendas, se identificó que 3,338 cuentan con piso de material diferente de tierra, lo que representa aproximadamente el 98.3 % de las viviendas particulares habitadas. Asimismo, 3,345 viviendas disponen de energía eléctrica (98.6 %), mientras que 3,003 cuentan con drenaje (88.5 %).

Respecto al abastecimiento de agua, se registraron 2,544 viviendas que disponen de agua entubada y se abastecen del servicio público, equivalentes al 75.0 % del total de viviendas particulares habitadas. Por otra parte, 2,940 viviendas (86.6 %) cuentan simultáneamente con energía eléctrica, agua entubada de la red pública y drenaje, de acuerdo con la clasificación presentada en la tabla.

Entre las principales localidades destaca Caucel, con 2,257 viviendas particulares habitadas, seguida de Ucú, con 876 viviendas, y Yaxché de Peón, con 257 viviendas. Estas localidades concentran la mayor parte de las viviendas registradas y presentan una cobertura elevada de energía eléctrica, aunque existen diferencias en la disponibilidad de agua entubada y drenaje.

En términos generales, los resultados muestran que las localidades analizadas cuentan con una cobertura relativamente alta de energía eléctrica y drenaje, mientras que el abastecimiento de agua entubada mediante el servicio público presenta una menor cobertura. Estas condiciones constituyen elementos relevantes para la caracterización socioeconómica de la Región Ecológica, así como para identificar posibles interacciones relacionadas con la demanda de servicios durante las actividades de preparación del sitio y construcción de viviendas del proyecto Ciudad Renacimiento.

En este sentido, la cobertura y disponibilidad de estos servicios pueden variar entre las localidades y los desarrollos habitacionales existentes, dependiendo de su grado de consolidación urbana y de la infraestructura instalada. Durante la etapa de construcción del proyecto se requerirá el suministro de agua, energía eléctrica, materiales y servicios para el personal, así como mecanismos adecuados para el manejo de residuos y aguas residuales generados por las actividades constructivas.

En consecuencia, será necesario establecer las condiciones de abastecimiento y manejo correspondientes, procurando evitar afectaciones a los servicios utilizados por las localidades cercanas.

Uso del suelo y dinámica de crecimiento urbano

El uso del suelo constituye uno de los principales indicadores de transformación socioeconómica dentro de la Región Ecológica, debido a que refleja la interacción entre las actividades humanas y los componentes naturales del territorio. La presencia de asentamientos humanos, superficies agrícolas, infraestructura vial y áreas con vegetación secundaria evidencia un paisaje heterogéneo en el que coexisten distintos usos y formas de aprovechamiento del suelo.

La cercanía con Mérida y la conectividad con las localidades del municipio de Ucú han favorecido procesos de expansión urbana y cambios en la ocupación territorial, en este sentido, el proyecto Ciudad Renacimiento se inserta en un entorno donde el desarrollo habitacional representa una de las actividades asociadas con la transformación del paisaje.

Por lo tanto, la construcción de viviendas del proyecto Ciudad Renacimiento podría generar interacciones socioeconómicas relacionadas con la contratación temporal de mano de obra, adquisición de materiales, transporte y demanda de servicios. Asimismo, deberán considerarse los posibles efectos sobre la movilidad y las condiciones ambientales de las localidades cercanas durante el desarrollo de las actividades constructivas.

No obstante, la presente Manifestación de Impacto Ambiental se enfoca específicamente en las actividades de preparación del sitio y construcción de viviendas para INFONAVIT, por lo que el análisis socioeconómico considera principalmente las interacciones temporales que dichas actividades pueden generar sobre la población, la infraestructura y las actividades económicas del entorno.

Población indígena y características socioculturales

El municipio de Ucú forma parte del contexto histórico y cultural de la península de Yucatán, donde la población maya y sus manifestaciones culturales constituyen elementos relevantes de la identidad regional. Por lo anterior, el análisis socioeconómico debe considerar la presencia de población indígena en las localidades comprendidas dentro de la Región Ecológica y el Área de Influencia del proyecto, particularmente mediante indicadores relacionados con la población hablante de lengua indígena, la autoadscripción indígena y las características socioculturales de los asentamientos.

La identificación de estas poblaciones permitirá reconocer posibles interacciones entre las actividades del proyecto y las condiciones sociales y culturales del entorno. Asimismo, será importante considerar la existencia de prácticas tradicionales, actividades productivas y formas de aprovechamiento territorial que pudieran relacionarse con las superficies donde se desarrollarán las actividades constructivas.

En este sentido, se consultó la base de datos ITER2020 - 31 Yucatán_localidades.xlsx y se confirmó que no incluye los indicadores de lengua indígena, por lo tanto, se consultó una segunda fuente, el Catálogo Nacional de Pueblos y Comunidades Indígenas y Afromexicanas del INPI, en el cual, como se mencionó en el apartado 2.2. Localidades con población Indígena, se encontraron 2 comunidades que hablan Maya.



CATÁLOGO NACIONAL DE PUEBLOS Y COMUNIDADES INDÍGENAS Y AFROMEXICANAS

CONSULTA CATÁLOGO POR PUEBLO CONSULTA INFORMACIÓN POR COMUNIDAD VALIDACIÓN DE CONSTANCIAS



Tabla 79. Localidades con población indígena en las que incide el proyecto y/o su zona de influencia

Estado(s)	Municipio(s)	Localidad(es)
Yucatán	Ucú	San Antonio Yaxché
Yucatán	Ucú	Ucú

Estas dos comunidades cuentas con su cedula de adscripción como comunidad indígena.

Interacción del proyecto con los componentes socioeconómicos

La ejecución de las actividades de preparación del sitio y construcción de viviendas del proyecto Ciudad Renacimiento podría generar interacciones de carácter positivo y negativo con los componentes socioeconómicos de la Región Ecológica. Entre estos efectos potencialmente positivos se encuentra la generación temporal de empleos directos e indirectos, así como la demanda de materiales, transporte y servicios relacionados con el sector de la construcción.

Por otra parte, las actividades constructivas podrían ocasionar incrementos temporales en el tránsito vehicular, generación de ruido, emisión de partículas suspendidas y demanda de servicios, cuyos efectos dependerán de la ubicación de los frentes de trabajo y su proximidad con los asentamientos humanos existentes.

En este sentido, la identificación de las localidades cercanas, las vías de acceso y las actividades económicas del entorno permitirá establecer medidas preventivas y de mitigación orientadas a reducir las posibles molestias a la población.

En este sentido, el análisis de los componentes socioeconómicos de la Región Ecológica permite reconocer un territorio caracterizado por la interacción entre localidades rurales y urbanas, actividades económicas diversificadas, infraestructura de comunicación y procesos de expansión habitacional vinculados con la dinámica metropolitana de Mérida.

Estas características reflejan una región en transformación, donde las actividades humanas ejercen influencia sobre la ocupación del suelo y las condiciones ambientales existentes. Por lo tanto, la construcción de viviendas del proyecto Ciudad Renacimiento podría generar beneficios económicos temporales relacionados con el empleo y la contratación de servicios, así como efectos asociados con la movilidad, el transporte de materiales y las actividades propias de la construcción.

Por lo anterior, el componente socioeconómico deberá considerarse dentro de la identificación y evaluación de impactos ambientales, con la finalidad de establecer medidas que favorezcan una adecuada interacción entre las actividades constructivas y las condiciones sociales, económicas y territoriales del entorno.

3.8. Diagnóstico ambiental

El área donde se encuentra inmersa la zona del proyecto se aprecia como un paisaje moderadamente impactado, está visiblemente fragmentado por senderos y/o caminos utilizados para extracción de leña y las actividades agropecuarias. El medio biótico corresponde a una selva secundaria arbustiva derivada de selva baja caducifolia, con abundancia de plantas del estrato arbustivo y herbáceo de tipo perenne y perenne vivaces, en cuanto al estrato arbóreo se aprecian zonas más y menos conservadas, con mayores y menores alturas. De acuerdo con lo observado dentro del sitio se puede afirmar que el establecimiento del proyecto afectará diversos tipos de vegetación. No se identificaron especies protegidas, pero si especies endémicas, por lo que se propone realizar rescates y reubicaciones de flora. De igual manera, se puede observar que, en la región Ecológica se encuentran fraccionamientos inmersos, se observa carreteras federales y estatales, así como caminos rústicos que fragmentan todo el predio.

En cuanto a la fauna después de una campaña de muestreos de 20 días, se obtuvieron registros de un total de 76 especies de aves de las cuales 4 especies se encuentran en Amenazada, 3 en Protección especial y 1 en Peligro de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. Para el caso de los anfibios y reptiles se registró la presencia de 18 especies, 10 de la Clase Reptilia y 8 a la Clase Amphibia. De las especies verificadas 3 reptiles (Kinosternon scorpioides - PR, Coleonix elegans - A, Ctenosaura similis - A) y 1 un anfibio (Lithobates brownorum - Pr) se encuentran protegidos según la NOM-059-SEMARNAT-2010. En cuanto a la Mastofauna, la campaña de muestreo registró un total de 13 especies incluidas en seis órdenes y doce familias. Con este estudio se logró representar el 11% (13/100) de mamíferos terrestres del Estado de Yucatán. No se registró especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en alguna categoría de riesgo, solo una especie endémica para la Península Biótica de Yucatán. De manera general se puede afirmar que los registros de fauna se ven influenciados por la cercanía de los asentamientos humanos y de la fragmentación del hábitat den los terrenos vecinos del área de influencia. El ruido y el frecuente paso de personas por el sitio ahuyentan a las especies y las que quedan son las más tolerantes o que más se acoplan a las actividades humanas.

Con respecto a los componentes ambientales identificados dentro de la Región Ecológica se puede decir que mantienen relaciones funcionales que influyen en la estabilidad y dinámica de los ecosistemas. La geología caliza condiciona la formación de suelos y la infiltración del agua; a su vez, las características edáficas y la disponibilidad de humedad influyen en el establecimiento de la vegetación, cuya estructura determina parcialmente la distribución de hábitats y recursos para la fauna silvestre. De manera paralela, las actividades humanas modifican estas relaciones mediante la transformación de las coberturas del suelo, la construcción de infraestructura y la fragmentación del paisaje.

En este sentido, los componentes que requieren especial atención durante la evaluación ambiental son la vegetación secundaria arbórea, el suelo, la fauna silvestre y el sistema de infiltración y agua subterránea, debido a su relación directa con las actividades de preparación del sitio y construcción habitacional. La sensibilidad de cada componente dependerá de su estado de conservación, extensión, capacidad de recuperación y grado de exposición a las actividades previstas.

3.8.1. Condición ambiental actual de la Región Ecológica

A partir del análisis de los componentes ambientales se reconoce que la Región Ecológica del proyecto Ciudad Renacimiento presenta un paisaje caracterizado por la interacción entre elementos naturales y superficies transformadas por actividades humanas. La presencia predominante de vegetación secundaria arbórea, las condiciones del relieve kárstico, los suelos someros y la dinámica de infiltración del agua constituyen elementos relevantes para comprender el funcionamiento ambiental de la región. Asimismo, la coexistencia de asentamientos humanos, infraestructura vial y superficies agropecuarias refleja procesos de modificación territorial que deben considerarse como parte de las condiciones ambientales preexistentes.

En consecuencia, la Región Ecológica constituye una unidad de análisis adecuada para contextualizar los posibles impactos asociados con la preparación del sitio y construcción de viviendas, así como para reconocer las interacciones entre los componentes ambientales y las presiones derivadas de las actividades humanas.

Por lo tanto, la información obtenida permitirá sustentar la identificación y evaluación de impactos ambientales, así como la definición de medidas de prevención, mitigación y, cuando corresponda, compensación, orientadas a reducir las afectaciones sobre los componentes ambientales susceptibles de intervención.

3.8.2. Problemáticas ambientales en la Región Ecológica

La identificación de las problemáticas ambientales existentes en la Región Ecológica (RE) del proyecto denominado “Ciudad Renacimiento” constituye un elemento fundamental para comprender las condiciones actuales del entorno, reconocer los principales factores de presión sobre los componentes ambientales y establecer una referencia para la identificación y evaluación de los impactos ambientales asociados con las actividades de preparación del sitio y construcción de viviendas.

La Región Ecológica, con una superficie de 9,569.59 hectáreas, comprende parte del municipio de Ucú y sectores del entorno urbano del poniente de Mérida, donde se presenta una interacción entre superficies con vegetación secundaria, áreas destinadas a actividades agropecuarias, asentamientos humanos e infraestructura vial.

Esta configuración territorial evidencia la coexistencia de componentes naturales y actividades humanas que han contribuido a la transformación del paisaje, particularmente en los sectores próximos a los desarrollos habitacionales y las principales vías de comunicación.

A partir del análisis de la cartografía temática, las imágenes satelitales y las características ambientales previamente descritas, se identifican diversas presiones ambientales que podrían influir en la conservación de los recursos naturales y en el funcionamiento ecológico de la región.

- Cambio de uso del suelo y expansión urbana

Una de las principales presiones ambientales identificadas en la Región Ecológica está relacionada con los procesos de transformación del uso del suelo asociados con el crecimiento urbano y el desarrollo de infraestructura.

De acuerdo con la cartografía de uso del suelo y vegetación del INEGI, Serie VII, dentro de la Región Ecológica se encuentran superficies clasificadas como asentamientos humanos, vegetación secundaria y áreas agrícolas, lo que refleja un territorio con distintos grados de intervención antrópica.

Las imágenes satelitales permiten observar que hacia los sectores este y noreste de la Región Ecológica existe una mayor concentración de desarrollos habitacionales, particularmente en las inmediaciones de Caucel y otras áreas urbanizadas del poniente de Mérida. En contraste, hacia las porciones central y occidental predominan superficies con cobertura vegetal.

Esta distribución espacial evidencia un proceso de ocupación territorial que puede generar presiones sobre las áreas naturales remanentes, principalmente mediante la sustitución de vegetación, la modificación del paisaje y la reducción de superficies disponibles para el desarrollo de procesos ecológicos.

- **Pérdida y fragmentación de la cobertura vegetal**

La presencia de vegetación secundaria arbórea y arbustiva constituye un componente ambiental relevante dentro de la Región Ecológica, debido a su función como hábitat para distintas especies de flora y fauna silvestre. Sin embargo, la existencia de asentamientos humanos, caminos, vialidades y superficies agropecuarias puede contribuir a la fragmentación de la cobertura vegetal, ocasionando la separación de áreas naturales y la reducción de su continuidad espacial.

Estos procesos han modificado las condiciones del hábitat, generado efectos de borde y han limitado el desplazamiento de algunas especies de fauna, particularmente aquellas que requieren superficies continuas de vegetación para su alimentación, refugio y reproducción.

Asimismo, la remoción de vegetación ha ocasionado cambios en las condiciones microclimáticas locales, incrementando la exposición del suelo y favoreciendo la presencia de especies adaptadas a ambientes perturbados.

En este sentido, la conservación de los remanentes de vegetación y su conectividad constituye un aspecto importante para mantener la funcionalidad ecológica de la región.

- **Alteración y degradación del suelo**

Los suelos presentes en la Región Ecológica se encuentran asociados con las características geológicas y geomorfológicas de la península de Yucatán, donde predominan los materiales calcáreos y los suelos de escaso desarrollo, como los Litosoles. Estos suelos se caracterizan por presentar profundidades reducidas, abundante pedregosidad y una capa superficial limitada, por lo que pueden ser susceptibles a procesos de degradación cuando se elimina la cobertura vegetal.

Entre las principales presiones potenciales se encuentran la remoción del suelo superficial, la compactación ocasionada por el tránsito de vehículos y maquinaria, así como la modificación de las condiciones naturales del terreno derivada de actividades de nivelación, excavación y relleno.

La pérdida de suelo superficial puede disminuir la disponibilidad de sustrato para el establecimiento de vegetación y dificultar los procesos de recuperación natural de las áreas intervenidas. Por lo anterior, las características edafológicas de la Región Ecológica representan un factor de sensibilidad

ambiental ante las actividades que impliquen remoción de vegetación y modificación de la superficie del terreno.

- Vulnerabilidad del acuífero y riesgo de contaminación del agua subterránea

La Región Ecológica se localiza dentro de la zona hidrológica denominada Círculo de Cenotes, caracterizada por la presencia de un sistema kárstico desarrollado sobre rocas calizas, donde los procesos de infiltración y circulación subterránea del agua tienen especial relevancia. Debido a la naturaleza del sustrato geológico, el agua de lluvia puede infiltrarse a través de fracturas, fisuras y conductos de disolución, favoreciendo la recarga del acuífero. Por lo tanto, estas características también pueden incrementar la vulnerabilidad del agua subterránea frente a la incorporación de sustancias contaminantes desde la superficie.

En este contexto, el manejo inadecuado de residuos, combustibles, aceites, aguas residuales y otras sustancias potencialmente contaminantes constituye un factor de riesgo para la calidad del suelo, subsuelo y agua subterránea. Asimismo, la modificación de las superficies naturales mediante compactación, pavimentación o construcción puede alterar las condiciones locales de infiltración y escurrimiento pluvial. Por ello, la protección del acuífero representa uno de los aspectos ambientales prioritarios dentro de la Región Ecológica, particularmente durante el desarrollo de actividades constructivas.

- Presiones sobre la fauna silvestre

La transformación del paisaje y la fragmentación de la vegetación pueden generar presiones sobre las poblaciones de fauna silvestre presentes en la Región Ecológica. La presencia de vialidades, asentamientos humanos y actividades productivas puede modificar las condiciones de desplazamiento de algunas especies, incrementar la exposición a perturbaciones y reducir la disponibilidad de sitios de refugio y alimentación. Entre las presiones potenciales destacan el ruido, la iluminación artificial, la circulación vehicular, la presencia de animales domésticos y la intervención de superficies con vegetación. Asimismo, la cercanía de vialidades a áreas vegetadas puede incrementar el riesgo de atropellamiento de fauna silvestre, particularmente de especies terrestres que se desplazan entre fragmentos de hábitat.

Estas condiciones hacen necesario considerar la conectividad ecológica y la conservación de hábitats remanentes como elementos relevantes para la evaluación ambiental del proyecto.

- Generación y manejo de residuos

La presencia de asentamientos humanos y actividades económicas dentro de la Región Ecológica implica la generación de residuos sólidos urbanos y, dependiendo de las actividades desarrolladas, residuos de manejo especial y residuos peligrosos. Cuando estos materiales no reciben un manejo adecuado, pueden representar una fuente de contaminación del suelo y del agua subterránea, especialmente por las condiciones de infiltración propias del terreno kárstico.

De manera particular, la disposición inadecuada de residuos de construcción, materiales de excavación, envases, aceites y combustibles podría ocasionar afectaciones ambientales si no se establecen mecanismos apropiados para su almacenamiento, recolección y disposición.

En consecuencia, el manejo integral de residuos constituye un aspecto prioritario para prevenir la acumulación de materiales y la incorporación de contaminantes al entorno.

- Emisiones atmosféricas, ruido y tránsito vehicular

La infraestructura vial y la proximidad con áreas urbanizadas constituyen elementos relevantes en la dinámica territorial de la Región Ecológica. La circulación de vehículos particulares, transporte de carga y maquinaria puede generar emisiones de gases de combustión, partículas suspendidas y ruido, particularmente en los sectores próximos a vialidades y zonas habitacionales.

Asimismo, las actividades de movimiento de tierras y transporte de materiales pueden incrementar temporalmente la generación de polvo y ruido en las áreas donde se desarrollen trabajos constructivos. Estas presiones pueden afectar de manera localizada la calidad del aire y las condiciones de tranquilidad del entorno, especialmente cuando las actividades se realizan cerca de asentamientos humanos.

Por lo tanto, resulta importante considerar medidas de control de emisiones, mantenimiento de vehículos, manejo de materiales y organización del tránsito durante las actividades de construcción.

- Transformación del paisaje y presión sobre los recursos naturales

La Región Ecológica presenta un paisaje heterogéneo, caracterizado por la presencia de vegetación secundaria, asentamientos humanos, superficies agropecuarias y vías de comunicación. La expansión de las áreas urbanizadas puede generar modificaciones en la configuración visual del paisaje, al sustituir superficies vegetadas por edificaciones e infraestructura.

Asimismo, el incremento de actividades humanas puede representar una mayor presión sobre recursos naturales como el suelo, el agua y la vegetación, dependiendo de la intensidad de ocupación territorial y de las medidas de manejo ambiental implementadas.

En este sentido, la transformación del paisaje constituye un proceso relevante para comprender las tendencias de cambio ambiental y los posibles efectos acumulativos derivados de distintas actividades desarrolladas en la región.

Conclusión parcial

En conclusión, el análisis de las problemáticas ambientales de la Región Ecológica permite identificar que las principales presiones sobre el entorno se relacionan con la transformación del uso del suelo, la fragmentación de la cobertura vegetal, la vulnerabilidad del acuífero kárstico, la degradación potencial de los suelos y las perturbaciones asociadas con la presencia de asentamientos humanos e infraestructura vial.

Estas condiciones reflejan un territorio en el que coexisten áreas con cobertura vegetal y sectores sujetos a procesos de urbanización, por lo que resulta necesario considerar tanto la conservación de los componentes naturales como las interacciones derivadas de las actividades humanas.

En este contexto, la ejecución del proyecto Ciudad Renacimiento deberá considerar las condiciones ambientales preexistentes de la Región Ecológica, con la finalidad de prevenir o minimizar los impactos asociados con las actividades de preparación del sitio y construcción de viviendas.

Asimismo, será importante evaluar la posible contribución del proyecto a los procesos de transformación territorial existentes, particularmente en lo relacionado con la pérdida de cobertura vegetal, la modificación del suelo, la conectividad ecológica y la protección del agua subterránea, considerando los efectos acumulativos que pudieran presentarse en conjunto con otras actividades desarrolladas en la región.

3.8.3. Reporte general de incidencias del proyecto y su área de influencia

Tabla 80. Reporte general de incidencias del proyecto y su área de influencia

Incidencia	Elemento del proyecto que incide	Superficie de incidencia	% respecto de la superficie total del proyecto
Uso de suelo y vegetación	Superficies destinadas a la preparación del sitio y construcción de viviendas, principalmente sobre áreas con vegetación secundaria.	1,245,206.43 m2 (superficie de las poligonales del proyecto)	Considerando la superficie total de la poligonal general para el complejo Ciudad Renacimiento 8,406,429.25, la construcción de las viviendas INFONAVIT ocupa 1,245,206.43m2 correspondiendo al 14.81% del total de la poligonal general.
Áreas de importancia ambiental (ANP, ADVC, Ramsar, AICA, regiones prioritarias, UMA, etc.)	En la superficie donde se ubica la construcción de las viviendas no se ubican ninguna de estas áreas.	n/a	n/a
Corrientes y cuerpos de agua	En la superficie donde se ubica la construcción de las viviendas no se ubican ninguna de estas áreas.	n/a	n/a
Ecosistemas relevantes	Se considera llevar a cabo el Estudio Técnico Justificativo (ETJ) para el análisis y autorización en vegetación forestal	Por calcular de acuerdo con el ETJ	Por calcular de acuerdo con el ETJ
Otro (especificar)			

4. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN

La identificación y evaluación de los impactos ambientales constituye la parte medular de la Manifestación de Impacto Ambiental, al identificar y ponderar las acciones, actividades y obras del proyecto por su capacidad de modificar los componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos de la Región Ecológica. En este capítulo se exponen los resultados de la aplicación de la metodología seleccionada, con énfasis en los impactos negativos significativos, sinérgicos, acumulativos y residuales, así como las medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración correspondientes.

4.1. Metodología para la identificación, análisis y evaluación de impactos

Existen numerosos modelos y procedimientos para realizar una Evaluación de Impacto sobre el Medio Ambiente, sin embargo, las características más importantes que deben cumplir son:

- Capacidad de identificar el efecto
- Capacidad de predecir, medir la magnitud o proceso de cambio
- Capacidad de comunicar: evaluar los impactos y hacer juicio de valor de ventaja o desventaja.
- Capacidad de replicabilidad: servir de modelo para diferentes estudios.
- Capacidad objetiva: con relación al valor científico.
- Optimo criterio en la elección de la técnica adecuada: en relación con la disponibilidad de recursos técnicos, financieros, tiempo, información, requisitos legales, etc

De manera general, el método elegido para la elaboración de una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) debe permitir identificar, predecir y evaluar los impactos ambientales sobre un proyecto.

En la figura siguiente se puede observar el proceso de evaluación que se llevó a cabo para el presente proyecto.



Figura 72. Diagrama del proceso de evaluación de los impactos

Para iniciar la EIA, se realizó un análisis preliminar de impactos para una primera visión del proyecto-entorno. En esta primera aproximación se analizaron las actividades que por la ejecución del proyecto van a actuar sobre el medio y los factores del medio que pueden verse afectados por dichas acciones.

Posteriormente se elaboró un primer informe en donde la relación actividades-factores brindan una visión inicial de los efectos que pueden resultar los más representativos debido a su importancia para el entorno del proyecto.

Para poder medir esos efectos se utilizaron modelos cuantitativo y cualitativo ya que ambos se complementan, predicen, valoran los impactos y simulan posibles escenarios. Los primeros dejan de lado los impactos difíciles de cuantificar, mientras que los segundos valoran los impactos permitiendo una simulación más simple en el tiempo.

En este sentido, se utilizó un modelo de evaluación basado en el método de matrices causa y efecto, derivadas de la matriz de Leopold con resultados cualitativos y del método del Instituto Batalle - Columbus, con resultados cuantitativos, que consiste en un cuadro de doble entrada en cuyas columnas figuran las acciones impactantes y en las filas, los factores ambientales susceptibles a recibir impactos (Conesa Fdez.- Vitora Vicente, Madrid 2000).

La valoración cuantitativa del impacto ambiental incluye la transformación de medidas de impactos en unidades inconmensurables a valores conmensurables de calidad ambiental, y suma ponderada de ellos para obtener el impacto ambiental total.

Una vez identificadas las acciones y los factores ambientales que, presumiblemente, serán impactados por aquellas, las matrices creadas en el presente trabajo en donde se relacionen dichos aspectos nos permitirán obtener una valoración cualitativa de los impactos ambientales.

Se procederá a evaluar los impactos identificados, por medio de matrices, de acuerdo con los criterios de evaluación carácter, magnitud, significado, grado de certidumbre, plazo en que aparece, duración, extensión, reversibilidad, tipo, etc.

En este sentido, se emplean los siguientes criterios para la evaluación de los impactos (Tabla siguiente). La valoración cualitativa se efectúa sobre la Matriz de Impactos. Cada casilla de cruce de la matriz arroja el efecto de cada acción impactante sobre cada factor ambiental impactado. Al ir

determinando la importancia del impacto de cada elemento tipo, con base a la siguiente ecuación presentada:

(I) = ± (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)

La estimación de los indicadores como magnitud e importancia, están en función de la experiencia y consulta del evaluador, la cual, se acompañará de una justificación que explique los impactos señalados resaltando los más significativos.

Con el establecimiento de los criterios con los que se evaluaran los impactos, se procede con los valores que podría adquirir cada criterio con respecto al impacto evaluado, esto con el fin de que el impacto adquiera un valor del impacto en unidades cuantitativas y mesurables que nos permitan hacer la correcta evaluación y análisis de los alcances de cada impacto.

Tabla 81. Matriz de criterios de evaluación de impactos

	Denominación o significado del criterio	Valor	Clasificación	Impacto
(CI)	Carácter del impacto.			
	Se refiere al efecto benéfico o perjudicial de las diferentes acciones que van a incidir sobre los factores ambientales considerados.	(+)	Positivo.	
		(–)	Negativo.	
		(X)	Previsto.	Difícil de calificar sin estudios detallados, que reflejarán efectos cambiantes difíciles de predecir o efectos asociados a circunstancias externas al proyecto, cuya naturaleza (beneficiosa o perjudicial) no puede precisarse sin un estudio global de las mismas.
(I)	Intensidad del impacto.			
	(Grado de afectación) Representa la cuantía o el grado de incidencia de la acción sobre el factor en el ámbito específico en que actúa.	(1)	Baja.	Afectación mínima.
		(2)	Media.	
		(4)	Alta.	
		(8)	Muy alta.	
		(12)	Total	Destrucción casi total del factor.
(EX)	Extensión del impacto.			

	Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto (% del área respecto al entorno en que se manifiesta el efecto).	(1)	Puntual.	Efecto muy localizado.
		(2)	Parcial.	Incidencia apreciable en el medio.
		(4)	Extenso.	Afecta una gran parte del medio.
		(8)	Total.	Generalizado en todo el entorno
		(+4)	Crítico.	El impacto se produce en una situación crítica; se atribuye un valor de +4 por encima del valor que le correspondía.
(SI)	Sinergia.			
	Este criterio contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples, pudiéndose generar efectos sucesivos y relacionados que acentúan las consecuencias del impacto analizado.	(1)	No sinérgico	Cuando una acción actuando sobre un factor no incide en otras acciones que actúan sobre un mismo factor.
		(2)	Sinérgico	Presenta sinergismo moderado.
		(4)	Muy sinérgico	Altamente sinérgico
(PE)	Persistencia.			
	Refleja el tiempo que supuestamente permanecería el efecto desde su aparición.	(1)	Fugaz.	(< 1 año).
		(2)	Temporal.	(De 1 a 10 años).
		(4)	Permanente.	(> 10 años).
(EF)	Efecto.			
	Se interpreta como la forma de manifestación del efecto sobre un factor como consecuencia de una acción, o lo que es lo mismo, expresa la relación causa – efecto.	(1)	Directo o primario.	Su efecto tiene una incidencia inmediata en algún factor ambiental, siendo la representación de la acción consecuencia directa de esta.
		(2)	Indirecto o secundario.	Su manifestación no es directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando éste como una acción de segundo orden.
(MO)	Momento del impacto.			

	Alude al tiempo que transcurre entre la acción y el comienzo del efecto sobre el factor ambiental.	(1)	Largo plazo.	El efecto demora más de 5 años en manifestarse.
		(2)	Mediano Plazo.	Se manifiesta en términos de 1 a 5 años.
		(4)	Corto Plazo.	Se manifiesta en términos de 1año.
		(+4)	Crítico,	Si ocurriera alguna circunstancia crítica en el momento del impacto se adicionan 4 unidades.
(AC)	Acumulación.			
	Este criterio o atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera.	(1)	Simple.	Es el impacto que se manifiesta sobre un solo componente ambiental, o cuyo modo de acción es individualizado, sin consecuencia en la inducción de nuevos efectos, ni en la de su acumulación, ni en la de sinergia.
		(4)	Acumulativo.	Es el efecto que al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, incrementa progresivamente su gravedad, al carecer el medio de mecanismos de eliminación con efectividad temporal similar a la del incremento de la acción causante del impacto.
(RC)	Recuperabilidad.			
	Posibilidad de introducir medidas correctoras, protectoras y de recuperación. Se refiere a la posibilidad de reconstrucción total o parcial del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retomar a las condiciones iníciales (previas a la acción) por medio de la intervención humana.	(1)	Recuperable de inmediato.	El efecto puede recuperarse parcialmente.
		(2)	Recuperable a mediano plazo.	
		(4)	Mitigable.	
		(8)	Irrecuperable.	Alteración imposible de recuperar, tanto por la acción natural como por la humana.

(RV)	Reversibilidad.			
	Posibilidad de regresar a las condiciones iníciales por medios naturales. Hace referencia al efecto en el que la alteración puede ser asimilada por entorno (de forma medible a corto, mediano o largo plazo).	(1)	Corto plazo.	Retorno a las condiciones iníciales en menos de 1 año.
		(2)	Mediano plazo.	Retorno a las condiciones iníciales en entre 1 y 10 años.
		(4)	Irreversible.	Imposibilidad o dificulta extrema de retornar por medios naturales a las condiciones naturales, o hacerlo en un periodo mayor de 10 años.
(PR)	Periodicidad.			
	Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto.	(1)	Irregular.	El efecto se manifiesta de forma impredecible.
		(2)	Periódica.	El efecto se manifiesta de manera cíclica o recurrente.
		(4)	Continua.	El efecto se manifiesta constante en el tiempo.
Valoración cuantitativa del impacto				
(IM)	Importancia del efecto.			
	Se obtiene a partir de la valoración cuantitativa de los criterios explicados anteriormente	IM = ±[3(I) + 2(EX) + SI + PE + EF + MO + AC + RC + RV + PR		
(CLI)	Clasificación del impacto.			
	Partiendo del análisis del rango de la variación de la mencionada importancia del efecto (IM).	(CO)	COMPATIBLE	Si el valor es menor o igual que 25
		(M)	MODERADO	si su valor es mayor que 25 y menor o igual que 50
		(S)	SEVERO	si el valor es mayor que 50 y menor o igual que 75
		(C)	CRITICO	Si el valor es mayor que 75

En este estadio de valoración se mide el impacto con base al grado de manifestación cualitativa del efecto, es decir la importancia del impacto. Este es el indicador mediante el cual se mide cualitativamente el impacto ambiental, en función del grado de incidencia o intensidad de la alteración producida y de la caracterización del efecto que responde a su vez a los atributos expuestos.

Teniendo identificados los principales impactos ambientales, sociales y económicos, que pudieran generarse durante las etapas del proyecto Ciudad Renacimiento se procede a la evaluación ambiental, con base a los valores que fueron proporcionados en la tabla anterior.

Antes de continuar, es importante mencionar que no existe una metodología específica para cada proyecto o tipo de impacto, por lo tanto, la selección de la metodología para evaluar debe corresponder a las acciones que se vayan a desarrollar en el proyecto, así como de los recursos disponibles y de la calidad de la información. Por lo tanto, es posible utilizar y combinar varias metodologías para evaluar el proyecto.

4.2. Impactos ambientales existentes en la Región Ecológica

Tabla 82. Impactos ambientales existentes en la Región Ecológica

Principales obras y/o actividades que se desarrollan en la RE relacionadas con el proyecto	Componente ambiental impactado	Impacto ambiental	Caracterización (tipo, duración, extensión, intensidad y efectos)
Delimitación, trazo y señalización del proyecto	Suelo y vegetación	Alteración puntual de la superficie del terreno y perturbación de la vegetación.	Negativo, directo, temporal, puntual y de intensidad baja. Efectos localizados por el tránsito de personal y colocación de señalizaciones.
Rescate y reubicación de flora y fauna silvestre	Flora y fauna	Reducción potencial de la afectación a ejemplares de flora y fauna durante la intervención del terreno.	Positivo, directo, temporal y localizado, con efectos preventivos sobre la biodiversidad. Su eficacia dependerá de la aplicación de los programas de rescate.
Desmonte, despalme y limpieza del terreno	Vegetación y flora	Pérdida de cobertura vegetal y remoción de ejemplares de flora.	Negativo, directo, de larga duración, localizado en las superficies intervenidas y de intensidad potencialmente alta. Puede ocasionar pérdida de

			hábitat y modificación del paisaje.
Desmonte y despalme	Fauna silvestre	Pérdida y modificación del hábitat, desplazamiento de fauna y alteración de sitios de refugio.	Negativo, directo e indirecto, de duración variable, localizado y de intensidad moderada a alta, dependiendo de las especies presentes y las superficies afectadas.
Despalme, nivelación y acondicionamiento del terreno	Suelo	Remoción del horizonte superficial, compactación y modificación de las características físicas del suelo.	Negativo, directo, de larga duración, localizado y de intensidad moderada a alta. Puede disminuir la capacidad de recuperación natural del suelo.
Movimientos de tierras, excavaciones y rellenos	Relieve y geomorfología	Modificación de la configuración natural del terreno.	Negativo, directo, de larga duración, localizado y de intensidad moderada. Alteración de la microtopografía y de las condiciones superficiales del terreno.
Movimientos de tierras y operación de maquinaria	Calidad del aire	Emisión de partículas suspendidas y gases de combustión.	Negativo, directo, temporal, de extensión local e intensidad baja a moderada. Deterioro temporal de la calidad del aire durante las actividades constructivas.
Operación de maquinaria y transporte de materiales	Ambiente sonoro y fauna	Incremento de los niveles de ruido y perturbación de fauna silvestre.	Negativo, directo, temporal, de extensión local e intensidad moderada. Puede ocasionar molestias a la población cercana y desplazamiento temporal de fauna.
Excavaciones, cimentación y construcción de viviendas	Agua subterránea	Riesgo de contaminación por derrames accidentales de combustibles, aceites u otras sustancias.	Negativo, potencial, indirecto, de extensión variable e intensidad potencialmente alta en caso de contaminación. Especialmente relevante por las características kársticas del terreno.

Cimentación y construcción de estructuras, muros y techos	Suelo e infiltración pluvial	Ocupación y sellado de superficies naturales, con modificación de las condiciones locales de infiltración.	Negativo, directo, permanente en las superficies edificadas, localizado y de intensidad moderada a alta.
Construcción de viviendas e instalaciones interiores	Suelo y calidad ambiental	Generación de residuos de construcción y otros residuos derivados de las actividades constructivas.	Negativo, directo, temporal y localizado, de intensidad baja a moderada bajo condiciones de manejo adecuado; puede aumentar si existe disposición inadecuada.
Construcción de estructuras y acabados	Paisaje	Modificación de la calidad visual por incorporación de edificaciones.	Negativo, directo, permanente, localizado y de intensidad moderada a alta, dependiendo de la superficie edificada y del contraste con el paisaje existente.
Acondicionamiento de áreas verdes dentro de las viviendas	Vegetación y paisaje	Incorporación de cobertura vegetal en superficies destinadas a áreas verdes.	Positivo, directo, de mediano a largo plazo y localizado. Puede favorecer la calidad paisajística y algunas funciones ecológicas, dependiendo de las especies utilizadas.
Contratación de personal y adquisición de materiales	Medio socioeconómico	Generación temporal de empleos y demanda de bienes y servicios.	Positivo, directo e indirecto, temporal, de extensión local a regional e intensidad variable según el volumen de contratación.
Transporte de materiales, maquinaria y personal	Vialidades y población	Incremento temporal del tránsito vehicular y posibles molestias a los habitantes cercanos.	Negativo, directo, temporal, de extensión local e intensidad baja a moderada. Puede generar congestión, ruido y emisiones en las rutas utilizadas.
Pruebas, limpieza final y entrega habitacional	Suelo y calidad ambiental	Retiro de residuos y materiales remanentes de las actividades constructivas.	Positivo, directo, temporal y localizado. Contribuye a reducir las fuentes de contaminación y a mejorar las condiciones de limpieza de las áreas intervenidas.

4.3. Identificación de los impactos ambientales del proyecto

Un ecosistema está constituido por elementos denominados componentes ambientales (físicos y químicos, biológicos, culturales, etc.); cuando una actividad interactúa con el ambiente estos se convierten en factores ambientales (suelo, agua, atmosfera, flora, fauna, uso de la tierra, recreación, etc.), y cuando los efectos de estos factores tienen consecuencias, positivas o negativas para el hombre o el medio ambiente obtienen la connotación de impacto ambiental. Es decir, que un Impacto se denomina al *efecto o cambio* que provoca una *alteración, negativa o positiva,* en la *calidad de vida* del ser humano (Dellavedova, 2010).

Por su parte, la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en el Artículo 3° fracción XX, menciona que el "impacto ambiental es la modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza".

Estas definiciones indican que cualquier proyecto o actividad desarrollada, genera un impacto por las acciones realizadas, y que estas deben someterse a un proceso de evaluación para detectar si este es positivo o negativo y determinar también, el grado de afectación. Por lo tanto, en el presente capitulo se identificarán los impactos ambientales que podrían generar desequilibrios ecológicos en cada una de las etapas del proyecto, los cuales pueden ocasionar daños graves y permanentes o de lo contrario, pueden contribuir en la consolidación de procesos de cambio positivos existentes. Cabe mencionar que, en las diversas etapas del proyecto, la aplicación de las medidas de prevención y mitigación de los impactos son responsabilidad del promovente.

Para poder identificar los impactos que pudiesen derivarse del presente proyecto, se llevó a cabo un análisis de la información recolectada, se estudiaron los componentes físicos, químicos, bióticos, ambientales, y socioeconómicos que pudieran ser afectados de modo alguno durante la realización del proyecto, se determinaron los factores del medio ambiente que se ven afectados de manera directa o indirecta, a un corto o mediano plazo, en el cual se mencionan las condiciones ambientales, el usos actual del suelo, las actividades que se realizan, y las condiciones naturales en las que está el sitio antes de comenzar a desarrollar las etapas, pues esta información es la base para elegir los aspectos a evaluar.

En este sentido, como se ha mencionado en apartados anteriores, el proyecto consiste en la construcción de 13,876 viviendas para INFONAVIT en una superficie total de 1,245, 206.43 m^2 con un uso de suelo mixto.

En este sentido para llevar a cabo la identificación de impactos es necesario conocer las actividades del proyecto que son susceptibles a generar impactos, por lo tanto, en los siguientes aparatados, se desarrolla la Evaluación de los impactos respectiva al proyecto Ciudad Renacimiento.

4.3.1. Acciones del proyecto susceptibles de generar impactos

Las acciones y actividades consideradas en el proyecto se mencionan a continuación;

Tabla 83. Acciones del proyecto susceptibles de generar impactos

ETAPA	ACTIVIDAD
PREPARACIÓN DEL SITIO	Delimitación, trazo y señalización del proyecto
	Rescate y reubicación de flora y fauna silvestre
	Desmonte, despalme y limpieza del terreno
	Nivelación y acondicionamiento del terreno
CONSTRUCCIÓN	Movimientos de tierras, excavaciones y rellenos
	Cimentación
	Construcción de estructuras, muros y techos
	Acabados
	Instalación de infraestructura eléctrica, sanitaria e hidráulica dentro de la vivienda
	Acondicionamiento de áreas verdes dentro de la vivienda
	Pruebas, limpieza final y entrega habitacional
OPERACIÓN	Operación y mantenimiento

4.3.2. Componentes y subcomponentes ambientales susceptibles de ser afectados

Con la finalidad de identificar las posibles interacciones entre las actividades del proyecto “Ciudad Renacimiento” y los elementos que conforman el entorno ambiental, se realizó un análisis de los componentes y subcomponentes ambientales susceptibles de ser impactados durante las diferentes etapas del proyecto.

Para ello, se consideraron las actividades correspondientes a la preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, así como las características físicas, biológicas, paisajísticas y socioeconómicas identificadas en la Región Ecológica (RE).

En este sentido, la siguiente tabla presenta la relación entre las principales actividades del proyecto y los componentes ambientales que podrían experimentar modificaciones, tanto positivas como negativas. Esta identificación constituye la base para la posterior evaluación de los impactos ambientales mediante una matriz tipo Leopold y su valoración a través de la metodología de Conesa, permitiendo determinar su importancia y establecer las medidas de prevención, mitigación y compensación que resulten aplicables.

Tabla 84. Componentes y subcomponentes ambientales susceptibles de ser afectados

Etapa	Actividad	Componente ambiental	Subcomponentes susceptibles de impacto
Preparación del sitio	Delimitación, trazo y señalización del proyecto	Suelo, flora y fauna	Condiciones superficiales del suelo, cobertura vegetal y perturbación de fauna
	Rescate y reubicación de flora y fauna silvestre	Flora y fauna	Conservación de ejemplares, supervivencia de individuos, diversidad biológica y protección de especies de interés
	Desmonte, despalme y limpieza del terreno	Suelo, flora, fauna, aire y paisaje	Cobertura vegetal, composición florística, hábitat, desplazamiento de fauna, suelo superficial, partículas suspendidas y calidad visual
	Nivelación y acondicionamiento del terreno	Suelo, geomorfología, agua y aire	Relieve natural, estructura y compactación del suelo, infiltración pluvial, escurrimiento superficial y calidad del aire
Construcción	Movimientos de tierras, excavaciones y rellenos	Suelo, geomorfología, agua, aire y fauna	Estabilidad y estructura del suelo, microrelieve, infiltración, calidad del agua subterránea, partículas suspendidas, ruido y perturbación de fauna
	Cimentación	Suelo, agua y aire	Ocupación del suelo, condiciones de infiltración, calidad del suelo y subsuelo, emisiones atmosféricas y ruido
	Construcción de estructuras, muros y techos	Aire, suelo, paisaje y medio socioeconómico	Calidad del aire, ruido, generación de residuos, calidad visual, empleo y actividad económica
	Acabados	Aire, suelo, agua y medio socioeconómico	Emisiones de compuestos volátiles, generación de residuos, riesgo de contaminación del suelo y agua, empleo
	Instalación de infraestructura eléctrica, sanitaria e hidráulica dentro de la vivienda	Suelo, agua y medio socioeconómico	Calidad del suelo, calidad del agua subterránea, generación de residuos, empleo y demanda de insumos
	Acondicionamiento de áreas verdes dentro de la vivienda	Flora, fauna, suelo y paisaje	Cobertura vegetal, composición florística, hábitat potencial, conservación del suelo y calidad visual
	Pruebas, limpieza final y entrega habitacional	Suelo, agua, aire, paisaje y medio socioeconómico	Calidad del suelo y agua, manejo de residuos, partículas suspendidas, calidad visual y empleo

Operación	Operación y mantenimiento	Agua, suelo, aire, flora, fauna, paisaje y medio socioeconómico	Consumo de agua, generación de aguas residuales, residuos sólidos urbanos, emisiones, ruido, cobertura vegetal, fauna urbana, calidad visual y demanda de servicios

4.3.3. Matriz de identificación de impactos

A continuación, se presenta la matriz de identificación de impactos de acuerdo con las actividades y acciones del proyecto Ciudad Renacimiento.

Tabla 85. Matriz de identificación de impactos

Etapa	Actividad	Componente ambiental	Subcomponentes susceptibles de impacto	Impacto ambiental potencial
Preparación del sitio	Delimitación, trazo y señalización del proyecto	Suelo, flora y fauna	Condiciones superficiales del suelo, cobertura vegetal y perturbación de fauna	Alteración puntual del terreno y perturbación temporal de fauna
	Rescate y reubicación de flora y fauna silvestre	Flora y fauna	Conservación de ejemplares, supervivencia de individuos, diversidad biológica y protección de especies de interés	Reducción de la afectación directa sobre ejemplares silvestres
	Desmonte, despalme y limpieza del terreno	Suelo, flora, fauna, aire y paisaje	Cobertura vegetal, composición florística, hábitat, desplazamiento de fauna, suelo superficial, partículas suspendidas y calidad visual	Pérdida de cobertura vegetal y reducción de individuos de flora
			Hábitat, refugio y desplazamiento	Pérdida de hábitat y desplazamiento de fauna silvestre
			Suelo superficial y estructura	Pérdida del horizonte superficial y exposición del sustrato
			Calidad visual y naturalidad	Modificación de las características visuales del paisaje
	Nivelación y acondicionamiento del terreno	Suelo, geomorfología, agua y aire	Relieve natural, estructura y compactación del suelo, infiltración pluvial, escurrimiento superficial y calidad del aire	Alteración de la estructura del suelo y modificación del relieve
			Infiltración pluvial y escurrimiento superficial	Modificación de las condiciones locales de infiltración

Construcción	Movimientos de tierras, excavaciones y rellenos	Suelo, geomorfología, agua, aire y fauna	Estabilidad y estructura del suelo, microrelieve, infiltración, calidad del agua subterránea, partículas suspendidas, ruido y perturbación de fauna	Modificación física del terreno y compactación del suelo
			Partículas suspendidas	Incremento temporal de emisiones de polvo
			Calidad del agua subterránea	Riesgo de contaminación por derrames accidentales
	Cimentación	Suelo, agua y aire	Ocupación del suelo, condiciones de infiltración, calidad del suelo y subsuelo, emisiones atmosféricas y ruido	Reducción de superficies naturales permeables
			Infiltración pluvial	Modificación de la infiltración en superficies ocupadas
	Construcción de estructuras, muros y techos	Aire, suelo, paisaje y medio socioeconómico	Calidad del aire, ruido, generación de residuos, calidad visual, empleo y actividad económica	Emisiones atmosféricas e incremento de niveles sonoros
			Calidad del suelo	Riesgo de contaminación por manejo inadecuado de residuos
			Calidad visual	Transformación del paisaje por incorporación de edificaciones
	Acabados	Aire, suelo, agua y medio socioeconómico	Emisiones de compuestos volátiles, generación de residuos, riesgo de contaminación del suelo y agua, empleo	Emisión potencial de partículas y compuestos volátiles
			Calidad del suelo	Generación de residuos y riesgo de contaminación
	Instalación de infraestructura eléctrica, sanitaria e hidráulica dentro de la vivienda	Suelo, agua y medio socioeconómico	Calidad del suelo, calidad del agua subterránea, generación de residuos, empleo y demanda de insumos	Riesgo de contaminación por residuos y sustancias utilizadas
	Acondicionamiento de áreas verdes dentro de la vivienda	Flora, fauna, suelo y paisaje	Cobertura vegetal, composición florística, hábitat potencial, conservación del suelo y calidad visual	Incorporación de vegetación y mejoramiento paisajístico
	Pruebas, limpieza final y entrega habitacional	Suelo, agua, aire, paisaje y medio socioeconómico	Calidad del suelo y agua, manejo de residuos, partículas suspendidas, calidad visual y empleo	Incorporación de vegetación y mejoramiento paisajístico
Operación	Operación y mantenimiento	Agua, suelo, aire, flora, fauna, paisaje y medio socioeconómico	Consumo de agua, generación de aguas residuales, residuos sólidos urbanos, emisiones, ruido, cobertura vegetal, fauna urbana, calidad visual y demanda de servicios	Consumo de agua y generación de aguas residuales
			Calidad del suelo	Generación de residuos sólidos urbanos

			Calidad del aire y ruido	Emisiones y ruido asociados con las actividades habitacionales
			Cobertura vegetal y hábitat	Modificación de las condiciones ecológicas por presencia humana
			Vivienda, servicios y bienestar	Disponibilidad de espacios habitacionales y demanda de servicios
			Empleo y actividad económica	Generación de empleos y dinamización económica local
			Calidad del aire, ruido y movilidad	Emisiones, ruido e incremento temporal del tránsito vehicular

4.4. Caracterización, descripción y evaluación de los impactos

La caracterización, descripción y evaluación de los impactos ambientales constituye una etapa fundamental dentro del procedimiento de evaluación del impacto ambiental, debido a que permite identificar las modificaciones que las obras y actividades de un proyecto podrían ocasionar sobre los componentes físicos, biológicos, paisajísticos y socioeconómicos del entorno.

Para el proyecto denominado “Ciudad Renacimiento”, ubicado en el municipio de Ucú, Yucatán, se realizó la identificación preliminar de los impactos ambientales potenciales asociados con las actividades de preparación del sitio y construcción de viviendas, considerando las características ambientales existentes en la Región Ecológica (RE).

La evaluación considera las condiciones ambientales previamente descritas, particularmente la presencia de vegetación secundaria, suelos someros asociados con materiales calcáreos, un sistema hidrogeológico de naturaleza kárstica y un entorno territorial caracterizado por la coexistencia de superficies vegetadas, asentamientos humanos e infraestructura vial.

Asimismo, se consideran las problemáticas ambientales identificadas en la Región Ecológica, entre las que destacan la transformación del uso del suelo, la fragmentación de la cobertura vegetal, la vulnerabilidad del agua subterránea y las presiones derivadas del crecimiento urbano.

Para la identificación de impactos se utilizó una matriz de interacción tipo Leopold, mediante la cual se relacionaron las actividades del proyecto con los componentes y subcomponentes ambientales susceptibles de afectación. Posteriormente, se plantea la aplicación de la metodología de Conesa para determinar la importancia de los impactos identificados, considerando sus características de intensidad, extensión, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad, acumulación y demás atributos establecidos por dicho método.

Este procedimiento permite distinguir los impactos negativos y positivos, reconocer aquellos que requieren mayor atención y establecer una base técnica para la definición de medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental.

Tabla 86. Matriz de caracterización, descripción y evaluación de los impactos

Etapa	Actividad	Componente ambiental	Subcomponentes susceptibles de impacto	Impacto ambiental potencial	Caracterización del impacto (cualitativa preliminar)
Preparación del sitio	Delimitación, trazo y señalización del proyecto	Suelo, flora y fauna	Condiciones superficiales del suelo, cobertura vegetal y perturbación de fauna	Alteración puntual del terreno y perturbación temporal de fauna	Negativo, directo, puntual, temporal y de intensidad baja; alteración superficial localizada durante el trazo.
	Rescate y reubicación de flora y fauna silvestre	Flora y fauna	Conservación de ejemplares, supervivencia de individuos, diversidad biológica y protección de especies de interés	Reducción de la afectación directa sobre ejemplares silvestres	Medida preventiva de efecto favorable condicionado a la supervivencia de los ejemplares; puntual y temporal. No constituye un impacto positivo independiente que compense el desmonte.
	Desmonte, despalme y limpieza del terreno	Suelo, flora, fauna, aire y paisaje	Cobertura vegetal, composición florística, hábitat, desplazamiento de fauna, suelo superficial, partículas suspendidas y calidad visual	Pérdida de cobertura vegetal y reducción de individuos de flora	Negativo, directo, localizado en el área intervenida, de intensidad potencialmente alta y persistencia prolongada; pérdida de cobertura vegetal.
			Hábitat, refugio y desplazamiento	Pérdida de hábitat y desplazamiento de fauna silvestre	Negativo, directo e indirecto, local, de intensidad variable y persistencia prolongada; reducción de refugio y desplazamiento de fauna.
			Suelo superficial y estructura	Pérdida del horizonte superficial y exposición del sustrato	Negativo, directo, local y de larga duración; pérdida de suelo superficial y exposición del sustrato.
			Calidad visual y naturalidad	Modificación de las características visuales del paisaje	Negativo, directo, local y de larga duración; disminución de naturalidad y calidad visual.
	Nivelación y acondicionamiento del terreno	Suelo, geomorfología, agua y aire	Relieve natural, estructura y compactación del suelo, infiltración pluvial, escurrimiento superficial y calidad del aire	Alteración de la estructura del suelo y modificación del relieve	Negativo, directo, local y de larga duración; modificación de microrelieve y compactación del suelo.
			Infiltración pluvial y escurrimiento superficial	Modificación de las condiciones locales de infiltración	Negativo, directo, local y de persistencia variable; cambios en infiltración y escurrimientos por modificación de la superficie.

Construcción	Movimientos de tierras, excavaciones y rellenos	Suelo, geomorfología, agua, aire y fauna	Estabilidad y estructura del suelo, microrelieve, infiltración, calidad del agua subterránea, partículas suspendidas, ruido y perturbación de fauna	Modificación física del terreno y compactación del suelo	Negativo, directo, local y de larga duración; alteración de estructura, estabilidad y compactación del terreno.
			Partículas suspendidas	Incremento temporal de emisiones de polvo	Negativo, directo, temporal, local y de intensidad variable; aumento de partículas durante excavaciones y transporte.
			Calidad del agua subterránea	Riesgo de contaminación por derrames accidentales	Riesgo negativo, eventual e indirecto, de extensión variable y gravedad potencial media; condicionado a derrames y a la conexión con el acuífero.
	Cimentación	Suelo, agua y aire	Ocupación del suelo, condiciones de infiltración, calidad del suelo y subsuelo, emisiones atmosféricas y ruido	Reducción de superficies naturales permeables	Negativo, directo, local y permanente en áreas cimentadas; reducción de superficie permeable.
			Infiltración pluvial	Modificación de la infiltración en superficies ocupadas	Negativo, directo, local y permanente en superficies selladas; modificación de infiltración pluvial.
	Construcción de estructuras, muros y techos	Aire, suelo, paisaje y medio socioeconómico	Calidad del aire, ruido, generación de residuos, calidad visual, empleo y actividad económica	Emisiones atmosféricas e incremento de niveles sonoros	Negativo, directo, temporal y local; emisiones de combustión, partículas y aumento de ruido durante la obra.
			Calidad del suelo	Riesgo de contaminación por manejo inadecuado de residuos	Riesgo negativo, eventual, local y de duración variable; contaminación condicionada a disposición o manejo inadecuado de residuos.
			Calidad visual	Transformación del paisaje por incorporación de edificaciones	Negativo, directo, local y permanente; sustitución del paisaje vegetado por edificaciones.
	Acabados	Aire, suelo, agua y medio socioeconómico	Emisiones de compuestos volátiles, generación de residuos, riesgo de contaminación del suelo y agua, empleo	Emisión potencial de partículas y compuestos volátiles	Negativo, directo, temporal y local; emisiones potenciales de polvo y compuestos volátiles durante acabados.
			Calidad del suelo	Generación de residuos y riesgo de contaminación	Negativo, directo, temporal y local por generación de residuos; riesgo de contaminación eventual si se manejan inadecuadamente.

	Instalación de infraestructura eléctrica, sanitaria e hidráulica dentro de la vivienda	Suelo, agua y medio socioeconómico	Calidad del suelo, calidad del agua subterránea, generación de residuos, empleo y demanda de insumos	Riesgo de contaminación por residuos y sustancias utilizadas	Riesgo negativo, eventual, local y de duración variable; posible afectación de suelo y agua por sustancias o residuos de instalaciones.
	Acondicionamiento de áreas verdes dentro de la vivienda	Flora, fauna, suelo y paisaje	Cobertura vegetal, composición florística, hábitat potencial, conservación del suelo y calidad visual	Incorporación de vegetación y mejoramiento paisajístico	Potencialmente positivo, directo, local y de duración prolongada con mantenimiento; incorporación de vegetación y mejora visual, sin sustituir el hábitat original.
	Pruebas, limpieza final y entrega habitacional	Suelo, agua, aire, paisaje y medio socioeconómico	Calidad del suelo y agua, manejo de residuos, partículas suspendidas, calidad visual y empleo	Incorporación de vegetación y mejoramiento paisajístico	Efecto favorable de manejo, directo, local y temporal; retiro de residuos y limpieza final.
Operación	Operación y mantenimiento	Agua, suelo, aire, flora, fauna, paisaje y medio socioeconómico	Consumo de agua, generación de aguas residuales, residuos sólidos urbanos, emisiones, ruido, cobertura vegetal, fauna urbana, calidad visual y demanda de servicios	Consumo de agua y generación de aguas residuales	Negativo, directo e indirecto, recurrente y de largo plazo; demanda de agua y generación de aguas residuales, dependiente de sistemas de abastecimiento y manejo.
			Calidad del suelo	Generación de residuos sólidos urbanos	Negativo, directo, recurrente y de largo plazo; generación de residuos sólidos, con afectación condicionada a su gestión.
			Calidad del aire y ruido	Emisiones y ruido asociados con las actividades habitacionales	Negativo, directo, local, recurrente y de intensidad variable; emisiones y ruido de actividades habitacionales.
			Cobertura vegetal y hábitat	Modificación de las condiciones ecológicas por presencia humana	Negativo potencial, directo e indirecto, local y de largo plazo; modificación del hábitat y de la vegetación por ocupación humana.
			Vivienda, servicios y bienestar	Disponibilidad de espacios habitacionales y demanda de servicios	Mixto: positivo por disponibilidad habitacional y negativo potencial por presión sobre servicios; local y de largo plazo, según capacidad instalada.
			Empleo y actividad económica	Generación de empleos y dinamización económica local	Positivo potencial, directo e indirecto, temporal, local a regional; empleo y demanda de bienes y servicios durante la construcción.
			Calidad del aire, ruido y movilidad	Emisiones, ruido e incremento temporal del tránsito vehicular	Negativo, directo, temporal y local a lo largo de rutas de acceso; emisiones, ruido y mayor tránsito vehicular.

4.4.1. Valoración de los impactos

Una vez identificados y caracterizados los impactos ambientales potenciales derivados de las actividades del proyecto “Ciudad Renacimiento”, se procedió a realizar su valoración mediante la metodología propuesta por Conesa, con la finalidad de determinar su importancia ambiental y establecer una jerarquización de los efectos que podrían generarse sobre los componentes físicos, biológicos, paisajísticos y socioeconómicos del entorno.

Para ello, se consideraron diez criterios de evaluación: intensidad, extensión, sinergia, persistencia, efecto, momento, acumulación, recuperabilidad, reversibilidad y periodicidad, cuyos valores permiten determinar cuantitativamente la importancia de cada impacto ambiental, considerando su naturaleza positiva o negativa.

A partir de los resultados obtenidos, los impactos se clasifican en compatibles, moderados, severos o críticos, de acuerdo con los rangos establecidos en la metodología adoptada. Esta valoración constituye una herramienta fundamental para identificar los impactos de mayor relevancia ambiental y orientar la propuesta de medidas de prevención, mitigación y compensación que permitan reducir las afectaciones asociadas con el desarrollo del proyecto.

En la siguiente tabla se presenta la valoración de los impactos ambientales identificados para las diferentes actividades del proyecto, así como su importancia y clasificación correspondiente.

Tabla 87. Matriz de valoración de impactos

Etapa	Actividad	Componente ambiental	Impacto ambiental potencial	VALORIZACIÓN POR CRITERIO												
				CI	I	EX	SI	PE	EF	MO	AC	RC	RV	PR	IM	CLI
Preparación del sitio	Delimitación, trazo y señalización del proyecto	Suelo, flora y fauna	Alteración puntual del terreno y perturbación temporal de fauna	-	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	-16	COMPATIBLE
	Rescate y reubicación de flora y fauna silvestre	Flora y fauna	Reducción de la afectación directa sobre ejemplares silvestres	+	2	1	1	2	1	4	1	2	2	1	22	COMPATIBLE
	Desmonte, despalme y limpieza del terreno	Suelo, flora, fauna, aire y paisaje	Pérdida de cobertura vegetal y reducción de individuos de flora	-	8	2	2	4	1	4	4	8	4	4	-59	SEVERO
			Pérdida de hábitat y desplazamiento de fauna silvestre	-	4	2	2	4	2	4	4	4	4	4	-44	MODERADO
			Pérdida del horizonte superficial y exposición del sustrato	-	8	2	1	4	1	4	4	8	4	4	-58	SEVERO
			Modificación de las características	-	4	2	2	4	1	4	4	4	4	4	-43	MODERADO

			visuales del paisaje													
	Nivelación y acondicionamiento del terreno	Suelo, geomorfología, agua y aire	Alteración de la estructura del suelo y modificación del relieve	-	4	2	2	4	1	4	4	4	4	4	-43	MODERADO
			Modificación de las condiciones locales de infiltración	-	2	2	2	4	1	4	1	4	4	4	-34	MODERADO
Construcción	Movimientos de tierras, excavaciones y rellenos	Suelo, geomorfología, agua, aire y fauna	Modificación física del terreno y compactación del suelo	-	4	2	2	4	1	4	4	4	4	4	-43	MODERADO
			Incremento temporal de emisiones de polvo	-	2	2	1	1	1	4	1	1	1	2	-22	COMPATIBLE
			Riesgo de contaminación por derrames accidentales	-	2	1	2	2	2	4	1	4	2	1	-26	MODERADO
	Cimentación	Suelo, agua y aire	Reducción de superficies naturales permeables	-	8	2	2	4	1	4	4	8	4	4	-59	SEVERO
			Modificación de la infiltración en superficies ocupadas	-	4	2	2	4	1	4	4	4	4	4	-43	MODERADO

	Construcción de estructuras, muros y techos	Aire, suelo, paisaje y medio socioeconómico	Emisiones atmosféricas e incremento de niveles sonoros	-	2	2	1	1	1	4	1	1	1	2	-22	COMPATIBLE
			Riesgo de contaminación por manejo inadecuado de residuos	-	2	1	1	2	2	4	1	4	2	1	-25	COMPATIBLE
			Transformación del paisaje por incorporación de edificaciones	-	4	2	2	4	1	4	4	4	4	4	-43	MODERADO
	Acabados	Aire, suelo, agua y medio socioeconómico	Emisión potencial de partículas y compuestos volátiles	-	2	1	1	1	1	4	1	1	1	2	-20	COMPATIBLE
			Generación de residuos y riesgo de contaminación	-	2	1	1	2	1	4	1	2	2	2	-23	COMPATIBLE
	Instalación de infraestructura eléctrica, sanitaria e hidráulica dentro de la vivienda	Suelo, agua y medio socioeconómico	Riesgo de contaminación por residuos y sustancias utilizadas	-	2	1	1	2	2	4	1	4	2	1	-25	COMPATIBLE
	Acondicionamiento de áreas verdes dentro de la vivienda	Flora, fauna, suelo y paisaje	Incorporación de vegetación y mejoramiento paisajístico	+	2	1	2	4	1	4	1	2	2	4	28	MODERADO

	Pruebas, limpieza final y entrega habitacional	Suelo, agua, aire, paisaje y medio socioeconómico	Incorporación de vegetación y mejoramiento paisajístico	+	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	16	COMPATIBLE
Operación	Operación y mantenimiento	Agua, suelo, aire, flora, fauna, paisaje y medio socioeconómico	Consumo de agua y generación de aguas residuales	-	4	2	2	4	1	4	4	4	4	4	-43	MODERADO
			Generación de residuos sólidos urbanos	-	2	2	2	4	1	4	4	2	2	4	-33	MODERADO
			Emisiones y ruido asociados con las actividades habitacionales	-	2	2	2	4	1	4	4	2	2	4	-33	MODERADO
			Modificación de las condiciones ecológicas por presencia humana	-	4	2	2	4	2	4	4	4	4	4	-44	MODERADO
			Disponibilidad de espacios habitacionales y demanda de servicios	+/-	4/4	2/2	2/2	4/4	2/2	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	44/44	MODERADO
			Generación de empleos y dinamización económica local	+	2	2	2	2	1	4	1	2	2	2	26	MODERADO
			Emisiones, ruido e incremento	-	2	2	2	1	1	4	1	1	1	2	-23	COMPATIBLE

			temporal del tránsito vehicular													

Análisis de los resultados de la valoración de impactos ambientales

A partir de la aplicación de la metodología de Conesa, se realizó el análisis de los resultados obtenidos en la matriz de valoración de impactos ambientales del proyecto "Ciudad Renacimiento", con la finalidad de determinar la importancia de las posibles afectaciones sobre los componentes ambientales y reconocer aquellas interacciones que requieren mayor atención durante el desarrollo de las obras y actividades.

Como resultado de la evaluación preliminar, se identificaron un total de 28 interacciones ambientales, de las cuales 27 fueron valoradas cuantitativamente y una corresponde a un efecto de naturaleza mixta que requiere su desagregación para obtener una valoración individual.

De los 27 impactos valorados, 23 corresponden a impactos negativos y cuatro a efectos positivos potenciales o acciones de manejo con efectos favorables. En cuanto a su importancia ambiental, se identificaron diez impactos clasificados como compatibles, 14 como moderados y tres como severos. No se obtuvieron impactos clasificados como críticos.

Los resultados indican que la mayor proporción de impactos se concentra en la categoría moderada, con el 51.9% del total valorado, seguida de los impactos compatibles, con el 37.0%, y los severos, con el 11.1%. Esta distribución evidencia que las actividades del proyecto presentan diferentes niveles de interacción con los componentes ambientales, destacando las modificaciones físicas y biológicas asociadas con la preparación del sitio y la construcción de viviendas.

Impactos ambientales severos

Los impactos de mayor importancia ambiental corresponden principalmente a las actividades que ocasionan la transformación directa de las condiciones naturales del terreno.

Se identificaron tres impactos negativos clasificados como severos:

- **Pérdida de cobertura vegetal y reducción de individuos de flora**, asociada con las actividades de desmonte y despalme, con un valor de importancia de **−59**.
- **Pérdida del horizonte superficial del suelo y exposición del sustrato**, derivada del desmonte y despalme, con un valor de importancia de **−58**.
- **Reducción de superficies naturales permeables**, ocasionada por las actividades de cimentación, con un valor de importancia de **−59**.

Estos resultados permiten reconocer que los componentes de flora, suelo e infiltración superficial constituyen elementos particularmente sensibles a las actividades de preparación y construcción.

La importancia de estos impactos se relaciona principalmente con su intensidad, persistencia y dificultad de recuperación, debido a que la eliminación de vegetación, la remoción del suelo superficial y la ocupación de superficies mediante estructuras constructivas pueden generar modificaciones prolongadas o permanentes en las áreas intervenidas.

En este sentido, los impactos severos deberán recibir atención prioritaria mediante la aplicación de medidas orientadas a limitar las superficies de intervención, proteger la vegetación que no requiera ser removida, conservar el suelo aprovechable y favorecer las condiciones de infiltración pluvial en las áreas donde sea técnicamente viable.

Impactos ambientales moderados

Los impactos clasificados como moderados representan la mayor proporción de los resultados obtenidos, con 14 registros, de los cuales 12 corresponden a impactos negativos y dos a efectos favorables.

Entre los principales impactos negativos moderados destacan la pérdida de hábitat y el desplazamiento de fauna silvestre, las modificaciones del relieve y de la estructura del suelo, la alteración de las condiciones locales de infiltración y la transformación visual del paisaje.

Asimismo, se identificaron impactos moderados asociados con el riesgo de contaminación del agua subterránea por derrames accidentales y, durante la etapa de operación, con el consumo de agua, la generación de aguas residuales y residuos sólidos urbanos, las emisiones y el ruido de las actividades habitacionales, así como la modificación de las condiciones ecológicas por la presencia humana.

La importancia de estos impactos se relaciona con la modificación de las condiciones ambientales existentes, su duración y su posible interacción con otras presiones ambientales presentes en la Región Ecológica.

Particularmente, las afectaciones relacionadas con la fauna silvestre y la infiltración pluvial requieren atención debido a las características de la vegetación secundaria y del sistema hidrogeológico kárstico que caracteriza el entorno del proyecto.

Por otra parte, los impactos asociados con la transformación del paisaje presentan una duración prolongada, debido a la incorporación de edificaciones y la modificación de la cobertura del terreno.

Aunque estos impactos se clasificaron como moderados, ello no significa que carezcan de relevancia ambiental. Por el contrario, requieren medidas específicas de prevención, mitigación y seguimiento para reducir su intensidad y evitar efectos adicionales.

Impactos ambientales compatibles

Los impactos compatibles representan diez registros, equivalentes al 37.0% de los impactos valorados.

Dentro de esta categoría se encuentran principalmente los efectos relacionados con la alteración puntual del terreno durante el trazo y señalización, la generación temporal de partículas suspendidas, las emisiones atmosféricas y el incremento de ruido durante la construcción, así como determinados impactos potenciales asociados con el manejo de residuos y sustancias utilizadas en las obras.

Estos impactos presentan, en términos generales, una menor importancia relativa dentro de la matriz, debido a sus características de intensidad, extensión, duración o posibilidad de recuperación.

No obstante, su clasificación como compatibles no implica la ausencia de medidas de control ambiental, por lo que deberán implementarse acciones preventivas relacionadas con el manejo de residuos, mantenimiento de maquinaria, control de emisiones y ordenamiento de las actividades constructivas.

Asimismo, los escenarios de contaminación accidental identificados en esta categoría deberán atenderse mediante medidas preventivas y procedimientos de respuesta a contingencias, ya que su ocurrencia depende de condiciones específicas y no constituye una afectación inevitable del proyecto.

Impactos ambientales positivos

La matriz también permitió identificar cuatro registros de naturaleza positiva, relacionados con el rescate y reubicación de flora y fauna silvestre, el acondicionamiento de áreas verdes, la limpieza final de las superficies intervenidas y la generación de empleos y actividad económica.

De estos registros, dos presentan una importancia compatible y dos una importancia moderada, considerando el valor absoluto de la puntuación obtenida.

Sin embargo, es importante distinguir entre los beneficios socioeconómicos generados por el proyecto y las acciones de prevención o manejo ambiental. Las actividades de rescate, reubicación y limpieza final forman parte de las medidas destinadas a reducir o controlar las afectaciones, por lo que no deben interpretarse como una compensación automática de los impactos negativos.

En cuanto a los efectos socioeconómicos, la generación de empleos y la demanda de bienes y servicios representan beneficios potenciales para la población y las actividades económicas locales durante la ejecución de las obras.

Interpretación integral de los resultados

De manera general, los resultados de la valoración permiten establecer que los impactos ambientales de mayor importancia se concentran en las actividades de desmonte, despalme y cimentación, debido a su incidencia directa sobre la cobertura vegetal, el suelo y las superficies naturales permeables.

Por su parte, las actividades relacionadas con movimientos de tierras, nivelación y construcción de edificaciones presentan principalmente impactos moderados, mientras que las emisiones atmosféricas, el ruido y determinadas afectaciones asociadas con residuos presentan, en su mayoría, una importancia compatible.

Desde una perspectiva ambiental, los resultados reflejan que la transformación física del terreno constituye el principal mecanismo de afectación del proyecto, por lo que la estrategia de manejo ambiental deberá priorizar la reducción de superficies intervenidas, la protección de la vegetación y fauna silvestre, el manejo adecuado del suelo y la prevención de alteraciones en las condiciones de infiltración.

Adicionalmente, deberá considerarse la interacción de los impactos del proyecto con las presiones ambientales existentes en la Región Ecológica, particularmente aquellas asociadas con la expansión urbana, la fragmentación de la vegetación y la modificación progresiva del uso del suelo.

Con base en los resultados preliminares de la valoración mediante la metodología de Conesa, se concluye que los impactos ambientales identificados para el proyecto Ciudad Renacimiento presentan predominantemente una importancia moderada y compatible, aunque se reconocen tres impactos severos asociados con la pérdida de cobertura vegetal, la remoción del suelo superficial y la reducción de superficies naturales permeables.

La ausencia de impactos clasificados como críticos en la matriz no implica, por sí misma, la inexistencia de afectaciones ambientales relevantes ni garantiza la viabilidad ambiental del proyecto.

En consecuencia, resulta fundamental establecer medidas específicas de prevención, mitigación y compensación, así como mecanismos de seguimiento que permitan verificar su efectividad durante la ejecución de las obras.

Finalmente, los resultados de la valoración constituyen una base técnica para jerarquizar los impactos ambientales, orientar las medidas de manejo y evaluar posteriormente los impactos residuales que pudieran permanecer una vez implementadas dichas medidas.

4.4.2. Descripción de los impactos por componente ambiental

Con la finalidad de complementar los resultados obtenidos mediante la identificación y valoración de los impactos ambientales del proyecto “Ciudad Renacimiento”, se presenta a continuación una descripción de las principales afectaciones potenciales sobre los componentes ambientales identificados en el Área de la Región Ecológica (RE).

El análisis se desarrolla por componente ambiental, considerando las actividades generadoras de impactos, los mecanismos de afectación y las características de los efectos identificados, así como su importancia ambiental determinada mediante la metodología de Conesa.

Suelo

El componente suelo presenta impactos asociados principalmente con las actividades de desmonte, despalme, nivelación, movimientos de tierras y cimentación. Estas actividades ocasionarán modificaciones físicas del terreno, particularmente por la remoción del horizonte superficial, compactación y ocupación de superficies destinadas a las edificaciones.

De acuerdo con la valoración preliminar, la pérdida del suelo superficial presenta una importancia ambiental severa, debido a que constituye una modificación directa y de difícil recuperación en las superficies intervenidas. Por otra parte, las alteraciones relacionadas con la compactación y los movimientos de tierras presentan una importancia variable, dependiendo de la intensidad y extensión de las obras.

Flora y vegetación

Los principales impactos sobre la flora y vegetación se relacionan con la eliminación de cobertura vegetal durante las actividades de desmonte y despalme, lo que ocasionará una reducción de las superficies vegetadas y modificaciones en la composición y estructura de las comunidades vegetales existentes.

La pérdida de cobertura vegetal constituye uno de los impactos de mayor importancia ambiental identificados en la valoración preliminar, debido a su carácter directo y a la permanencia de la transformación en las superficies destinadas a la construcción de viviendas.

Fauna silvestre

Las afectaciones sobre la fauna silvestre estarán relacionadas principalmente con la pérdida y modificación de hábitats, así como con el desplazamiento de individuos por la presencia de maquinaria, personal y actividades constructivas.

Estos impactos pueden ocasionar cambios en la disponibilidad de refugio, alimentación y sitios de reproducción, particularmente en las áreas donde se elimine la vegetación. Su importancia dependerá de las especies presentes, su movilidad y la disponibilidad de hábitats en el entorno.

Agua

Los impactos sobre el componente agua se relacionan principalmente con la modificación de las condiciones locales de infiltración pluvial, derivada de la compactación del terreno y la ocupación de superficies mediante cimentaciones y edificaciones.

La reducción de superficies naturales permeables fue identificada como uno de los impactos de mayor importancia en la valoración preliminar. Asimismo, durante la construcción existe el riesgo de contaminación del suelo y subsuelo por el manejo inadecuado de combustibles, lubricantes y residuos, aspecto relevante considerando las características hidrogeológicas kársticas de la región.

Aire y ruido

Durante las actividades de preparación del sitio y construcción se generarán emisiones temporales de partículas suspendidas y gases de combustión, principalmente por los movimientos de tierras, transporte de materiales y operación de maquinaria.

De igual manera, se prevé un incremento temporal en los niveles sonoros asociados con las actividades constructivas. Estos impactos se consideran predominantemente locales y temporales, por lo que su importancia dependerá de la intensidad de las actividades, los equipos utilizados y la proximidad de receptores sensibles.

Paisaje

La construcción de viviendas ocasionará una transformación de las características visuales del entorno, principalmente por la sustitución de superficies vegetadas por elementos constructivos.

Este impacto presenta una duración prolongada o permanente en las superficies edificadas, debido a la modificación del uso y ocupación del terreno. Su importancia está relacionada con la extensión de las áreas transformadas y las condiciones paisajísticas existentes.

Medio socioeconómico

Los impactos socioeconómicos identificados se relacionan principalmente con la generación temporal de empleos, la contratación de servicios y la adquisición de materiales durante las actividades constructivas.

Estas interacciones representan efectos positivos potenciales para la economía local. No obstante, también podrían presentarse afectaciones temporales asociadas con el incremento del tránsito vehicular, emisiones y ruido en las rutas de acceso y zonas próximas a los frentes de trabajo.

En términos generales, los resultados permiten identificar que las principales afectaciones ambientales del proyecto se concentran en los componentes suelo, vegetación y agua, particularmente por la transformación física de las superficies destinadas a la construcción de viviendas. Por lo tanto, estos componentes deberán recibir atención prioritaria en el establecimiento de medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental.

4.5. Impactos significativos, acumulativos, sinérgicos y residuales

Con la finalidad de complementar la identificación, caracterización y valoración de los impactos ambientales del proyecto **"Ciudad Renacimiento"**, se realizó un análisis de aquellos efectos que, por su importancia, permanencia, interacción con otros impactos o persistencia posterior a la implementación de medidas ambientales, podrían representar modificaciones relevantes sobre los componentes del entorno.

Para ello, se consideraron las actividades de preparación del sitio y construcción de viviendas, así como las características físicas, biológicas y socioeconómicas del Área de la Región Ecológica (RE).

Asimismo, se tomaron en cuenta las condiciones ambientales existentes, particularmente la presencia de vegetación secundaria, los suelos someros asociados con materiales calcáreos, las características hidrogeológicas del sistema kárstico y los procesos de transformación territorial relacionados con el crecimiento urbano.

El análisis comprende cuatro categorías: impactos significativos, acumulativos, sinérgicos y residuales, las cuales permiten reconocer los efectos ambientales que requieren mayor atención y establecer criterios para la formulación de medidas de prevención, mitigación, restauración y compensación.

Impactos ambientales significativos

Los impactos ambientales significativos corresponden a aquellas modificaciones que, por su intensidad, extensión, persistencia, irreversibilidad o relevancia ecológica, pueden ocasionar alteraciones importantes sobre los componentes ambientales.

De acuerdo con los resultados preliminares de la valoración mediante la metodología de Conesa, se identificaron tres impactos negativos clasificados como severos, relacionados con la pérdida de cobertura vegetal, la remoción del horizonte superficial del suelo y la reducción de superficies naturales permeables.

La pérdida de cobertura vegetal constituye una de las principales afectaciones del proyecto, debido a que las actividades de desmonte y despalme ocasionarán la eliminación de vegetación en las superficies destinadas a la construcción de viviendas. Esta modificación implica la reducción de la cobertura vegetal existente y puede generar efectos secundarios sobre la disponibilidad de hábitat, la protección del suelo y las condiciones microclimáticas locales.

Por otra parte, la remoción del horizonte superficial del suelo representa una afectación relevante debido a las características edáficas de la región, donde predominan suelos someros asociados con materiales calcáreos. La pérdida de este recurso puede ocasionar modificaciones persistentes en las propiedades físicas del terreno y limitar su recuperación natural.

Asimismo, la reducción de superficies naturales permeables, asociada con las actividades de cimentación y construcción de viviendas, puede modificar las condiciones locales de infiltración del agua pluvial. Este impacto adquiere especial relevancia debido a las características hidrogeológicas kársticas del entorno, donde los procesos de infiltración mantienen una relación estrecha con el funcionamiento del sistema subterráneo.

En consecuencia, estos impactos se consideran prioritarios para el establecimiento de medidas de prevención, mitigación y, cuando corresponda, compensación ambiental.

Impactos ambientales acumulativos

Los impactos acumulativos corresponden a aquellos cuyos efectos pueden incrementarse como resultado de la adición de las afectaciones del proyecto a otras modificaciones ambientales existentes o previsibles dentro de un ámbito territorial determinado.

En la Región Ecológica del proyecto Ciudad Renacimiento se identifican condiciones de transformación territorial relacionadas con la presencia de asentamientos humanos, infraestructura vial y superficies previamente modificadas por actividades humanas. En este contexto, la ejecución del proyecto podría contribuir a procesos acumulativos de reducción de cobertura vegetal, fragmentación de hábitats, modificación de superficies permeables y transformación del paisaje.

La pérdida de vegetación constituye uno de los principales impactos con potencial acumulativo, debido a que la remoción de nuevas superficies vegetadas se adicionaría a las transformaciones previamente existentes en el entorno. Este proceso puede ocasionar una disminución progresiva de áreas con cobertura vegetal y modificar la continuidad espacial de los hábitats disponibles para la fauna silvestre.

De manera similar, la ocupación de superficies mediante cimentaciones y edificaciones puede contribuir a la reducción acumulativa de áreas naturales permeables, particularmente cuando se considera junto con las superficies urbanizadas y otras obras de infraestructura existentes en la Región Ecológica.

En cuanto al paisaje, la incorporación de nuevas edificaciones puede sumarse a los procesos de urbanización del entorno, favoreciendo una transformación progresiva de sus características visuales y de la configuración territorial.

También podrían presentarse efectos acumulativos relacionados con el incremento de emisiones atmosféricas, ruido y tránsito vehicular durante la construcción, principalmente cuando coincidan temporalmente con actividades de otros desarrollos cercanos.

Por lo anterior, los impactos acumulativos potenciales de mayor atención corresponden a la pérdida de cobertura vegetal, la modificación de hábitats, la reducción de superficies permeables y la transformación del paisaje.

Impactos ambientales sinérgicos

Los impactos sinérgicos se presentan cuando la interacción entre dos o más efectos ambientales puede generar una alteración de mayor magnitud que la producida por cada uno de ellos de manera independiente.

Para el proyecto Ciudad Renacimiento, se identifican posibles relaciones sinérgicas entre la pérdida de cobertura vegetal, la modificación del suelo, la alteración de hábitats y los cambios en las condiciones locales de infiltración.

La eliminación de vegetación y la remoción del suelo superficial pueden actuar conjuntamente, debido a que la pérdida de cobertura vegetal reduce la protección natural del terreno, mientras que las actividades de despalme y nivelación modifican sus propiedades físicas. Esta interacción puede incrementar la exposición del sustrato y favorecer procesos de degradación superficial en las áreas intervenidas.

Asimismo, la pérdida de vegetación y la presencia de actividades constructivas pueden ocasionar efectos combinados sobre la fauna silvestre. Por una parte, la remoción de vegetación disminuye la disponibilidad de refugio y alimentación; por otra, el ruido y la presencia de maquinaria pueden generar perturbaciones adicionales que favorezcan el desplazamiento de individuos.

Otra interacción potencial se relaciona con la compactación del suelo y la ocupación de superficies mediante cimentaciones, debido a que ambos procesos pueden reducir la infiltración natural del agua pluvial y modificar las condiciones locales de escurrimiento.

En este sentido, las interacciones identificadas presentan potencial sinérgico, particularmente cuando sus efectos coinciden espacial y temporalmente. No obstante, su magnitud deberá sustentarse en las características específicas del proyecto y en la evidencia disponible, evitando considerar automáticamente como sinérgica cualquier combinación de impactos.

Impactos ambientales residuales

Los impactos residuales corresponden a aquellas alteraciones ambientales que permanecen después de implementar las medidas de prevención, mitigación, restauración o compensación previstas para el proyecto.

Para Ciudad Renacimiento, los principales impactos con potencial de permanencia residual se relacionan con la pérdida de cobertura vegetal, la modificación de las propiedades originales del suelo, la ocupación de superficies mediante edificaciones y la transformación del paisaje.

En el caso de la vegetación, aun cuando se implementen acciones de rescate y reubicación de ejemplares, así como el acondicionamiento de áreas verdes dentro de las viviendas, permanecerá una modificación de la cobertura vegetal original en las superficies destinadas a la construcción. De manera similar, las actividades de despalme, nivelación y cimentación ocasionarán modificaciones físicas del terreno que no podrán revertirse completamente mientras permanezcan las edificaciones.

Respecto al agua, la reducción de superficies naturales permeables puede constituir un impacto residual, debido a que las cimentaciones y demás superficies ocupadas modificarán las condiciones originales de infiltración. Su magnitud dependerá de la superficie efectivamente impermeabilizada y de las soluciones de manejo pluvial incorporadas al proyecto.

En cuanto al paisaje, la presencia permanente de viviendas representará una transformación visual del entorno que persistirá durante la vida útil de las edificaciones.

Por otra parte, los impactos temporales relacionados con las emisiones de partículas, gases de combustión y ruido durante la construcción podrían disminuir o cesar una vez concluidas las actividades que los generan, siempre que se implementen adecuadamente las medidas de control correspondientes.

4.6. Medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración

En este apartado se dará a conocer las medidas, acciones y políticas a seguir para prevenir, eliminar, reducir y compensar los impactos adversos que el proyecto pueda tener en su construcción e implementación.

Prevenir, paliar o corregir el impacto ambiental significa introducir medidas preventivas o correctoras en la ejecución del proyecto con el fin de:

- Explotar en mayor medida las oportunidades que brinda el medio con el fin de alcanzar la mejor calidad ambiental del proyecto.
- Anular, atenuar, evitar, corregir o compensar los efectos negativos que las acciones derivadas del proyecto producen sobre el medio ambiente, en el entorno de aquellas.
- Incrementar, mejorar y potenciar los efectos positivos que pudieran existir.

Las medidas de mitigación tienden a compensar o revertir los efectos adversos o negativos del proyecto. Se aplican según correspondan en cualquiera de las fases. Estas son:

- Medidas preventivas: evitan la aparición del efecto modificando los elementos definitorios de la actividad (tecnología, diseño, materias primas, localización, etc.)
- Medidas correctoras de impactos recuperables, dirigidas a anular, atenuar, corregir o modificar las acciones y efectos sobre procesos constructivos, condiciones de funcionamiento, factores del medio como agente transmisor o receptor, etc.
- Medidas compensatorias de impactos irrecuperables e inevitables, que no evitan la aparición del efecto ni lo anulan o atenúan, pero compensan de alguna manera la alteración del factor. Según la gravedad y el tipo de impacto.

Las medidas preventivas se introducen en la *fase de planificación* (proyecto), mientras que las correctoras y compensatorias en la *fase de funcionamiento* (constructiva, operativa o de abandono).

Por lo tanto, las medias mitigadoras se utilizarán para subsanar los daños que inevitablemente se ocasionarán durante todas las etapas del desarrollo del proyecto, de manera que sea posible concretar las acciones sobre las causas que las han originado. Así como también, estarán dirigidas a la recuperación de impactos inevitables y a compensar los factores ambientales que serán modificados por efectos inevitables e incorregibles.

Una vez identificados y evaluados los impactos del proyecto, se procedió a diseñar y proponer las medidas preventivas y de mitigación a realizar, estas medidas se presentan en el presente capítulo, todo esto enfocándose en cada uno de los indicadores de impacto previamente identificados y haciendo especial énfasis en los puntos vulnerables que se pudieran presentar con relación a dichos impactos.

4.6.1. Impactos ambientales del proyecto y medidas por etapa

Tabla 88. Impactos ambientales del proyecto y medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración

Etapa del proyecto	Obra o actividad	Componente y subcomponente	Impacto ambiental	Caracterización del impacto	Efectos (directos / indirectos)	Tipo de medida (P, M, C, R)	Descripción de la medida (nombre, objetivo, periodicidad y plazo)	Parámetros de verificación (indicadores)
Preparación del sitio	Delimitación, trazo y señalización del proyecto	Suelo, flora y fauna — Condiciones superficiales del suelo, cobertura vegetal y perturbación de fauna	Alteración puntual del terreno y perturbación temporal de fauna	Negativo, directo, puntual, temporal y de intensidad baja; alteración superficial localizada durante el trazo.	Directo	P	Delimitar físicamente los frentes de trabajo; prohibir intervenciones fuera del polígono autorizado. Objetivo: evitar afectación adicional. Antes y durante el trazo.	Plano georreferenciado, bitácora de supervisión y superficie intervenida fuera del límite (m^2; meta 0).
	Rescate y reubicación de flora y fauna silvestre	Flora y fauna — Conservación de ejemplares, supervivencia de individuos, diversidad biológica y protección de especies de interés	Reducción de la afectación directa sobre ejemplares silvestres	Medida preventiva de efecto favorable condicionado a la supervivencia de los ejemplares; puntual y temporal. No constituye un impacto positivo independiente que compense el desmonte.	Directo	P	Ejecutar rescate y reubicación de ejemplares por personal capacitado, previo al desmonte; seguimiento de supervivencia.	Número de ejemplares rescatados/reubicados por especie; supervivencia (%) y fichas de seguimiento.

	Desmonte, despalme y limpieza del terreno	Suelo, flora, fauna, aire y paisaje — Cobertura vegetal, composición florística, hábitat, desplazamiento de fauna, suelo superficial, partículas suspendidas y calidad visual	Pérdida de cobertura vegetal y reducción de individuos de flora	Negativo, directo, localizado en el área intervenida, de intensidad potencialmente alta y persistencia prolongada; pérdida de cobertura vegetal.	Directo	P, M, C	Delimitar desmonte estrictamente autorizado, conservar vegetación remanente y ejecutar compensación autorizada cuando corresponda. Antes y durante el desmonte; seguimiento posterior.	Superficie desmontada (ha) vs. autorizada; individuos removidos; superficie y supervivencia de compensación.
	Desmonte, despalme y limpieza del terreno	Suelo, flora, fauna, aire y paisaje — Hábitat, refugio y desplazamiento	Pérdida de hábitat y desplazamiento de fauna silvestre	Negativo, directo e indirecto, local, de intensidad variable y persistencia prolongada; reducción de refugio y desplazamiento de fauna.	Directo e indirecto	P, M	Realizar ahuyentamiento y rescate previo; desmonte gradual y conservación de corredores/vegetación no intervenida.	Registros de rescate, avistamientos e incidentes con fauna; número de ejemplares afectados.
	Desmonte, despalme y limpieza del terreno	Suelo, flora, fauna, aire y paisaje — Suelo superficial y estructura	Pérdida del horizonte superficial y exposición del sustrato	Negativo, directo, local y de larga duración; pérdida de suelo superficial y exposición del sustrato.	Directo	P, M, R	Rescatar y acopiar separadamente suelo superficial aprovechable; reutilizarlo en áreas verdes; evitar retiro fuera de áreas autorizadas.	Volumen de suelo rescatado/reutilizado (m^3); superficie de suelo expuesto (m^2).

	Desmonte, despalme y limpieza del terreno	Suelo, flora, fauna, aire y paisaje — Calidad visual y naturalidad	Modificación de las características visuales del paisaje	Negativo, directo, local y de larga duración; disminución de naturalidad y calidad visual.	Directo	M	Mantener áreas vegetadas remanentes y establecer vegetación en áreas verdes interiores. Durante construcción y entrega.	Superficie vegetada conservada y habilitada (m²); registro fotográfico desde puntos fijos.
	Nivelación y acondicionamiento del terreno	Suelo, geomorfología, agua y aire — Relieve natural, estructura y compactación del suelo, infiltración pluvial, escurrimiento superficial y calidad del aire	Alteración de la estructura del suelo y modificación del relieve	Negativo, directo, local y de larga duración; modificación de microrelieve y compactación del suelo.	Directo	P, M	Limitar nivelación al diseño autorizado; evitar compactación de zonas verdes y restaurar superficies temporales.	Superficie nivelada/compactada (m²); evidencia topográfica y áreas restauradas.
	Nivelación y acondicionamiento del terreno	Suelo, geomorfología, agua y aire — Infiltración pluvial y escurrimiento superficial	Modificación de las condiciones locales de infiltración	Negativo, directo, local y de persistencia variable; cambios en infiltración y escurrimientos por modificación de la superficie.	Directo	P, M	Mantener rutas de infiltración y soluciones de manejo pluvial previstas en el diseño; evitar obstrucciones.	Superficie permeable efectiva (m²); revisión de pendientes y obras pluviales.

Construcción	Movimientos de tierras, excavaciones y rellenos	Suelo, geomorfología, agua, aire y fauna — Estabilidad y estructura del suelo, microrelieve, infiltración, calidad del agua subterránea, partículas suspendidas, ruido y perturbación de fauna	Modificación física del terreno y compactación del suelo	Negativo, directo, local y de larga duración; alteración de estructura, estabilidad y compactación del terreno.	Directo	P, M	Acotar excavaciones y rellenos; controlar circulación de maquinaria; reutilizar materiales aptos.	Volumen excavado/reutilizado (m³); superficie alterada y bitácoras.
	Movimientos de tierras, excavaciones y rellenos	Suelo, geomorfología, agua, aire y fauna — Partículas suspendidas	Incremento temporal de emisiones de polvo	Negativo, directo, temporal, local y de intensidad variable; aumento de partículas durante excavaciones y transporte.	Directo	M	Humectar superficies cuando proceda; cubrir cargas y limitar velocidad. Durante movimiento de tierras.	Registros de riego, cubiertas de transporte y quejas por polvo.
	Movimientos de tierras, excavaciones y rellenos	Suelo, geomorfología, agua, aire y fauna — Calidad del agua subterránea	Riesgo de contaminación por derrames accidentales	Riesgo negativo, eventual e indirecto, de extensión variable y gravedad potencial media; condicionado a derrames y a la conexión con el acuífero.	Potencial/condicionado a contingencia	P, M	Disponer contención para combustibles y lubricantes; contar con kits y protocolo de atención de derrames.	Número/volumen de derrames; inspecciones, reportes de incidentes y disposición de material contaminado.

	Cimentación	Suelo, agua y aire — Ocupación del suelo, condiciones de infiltración, calidad del suelo y subsuelo, emisiones atmosféricas y ruido	Reducción de superficies naturales permeables	Negativo, directo, local y permanente en áreas cimentadas; reducción de superficie permeable.	Directo	P, M	Ajustar cimentación al diseño y preservar superficies permeables previstas. Antes y durante cimentación.	Área cimentada e impermeabilizada (m²) frente a planos; área permeable conservada.
	Cimentación	Suelo, agua y aire — Infiltración pluvial	Modificación de la infiltración en superficies ocupadas	Negativo, directo, local y permanente en superficies selladas; modificación de infiltración pluvial.	Directo	M	Implementar drenaje pluvial y superficies permeables previstas en el proyecto. Durante construcción y operación.	Superficie permeable (m²), funcionamiento de soluciones pluviales y registros de inspección.
	Construcción de estructuras, muros y techos	Aire, suelo, paisaje y medio socioeconómico — Calidad del aire, ruido, generación de residuos, calidad visual, empleo y actividad económica	Emisiones atmosféricas e incremento de niveles sonoros	Negativo, directo, temporal y local; emisiones de combustión, partículas y aumento de ruido durante la obra.	Directo	P, M	Dar mantenimiento a equipos; establecer horarios de trabajo y control de emisiones/ruido.	Bitácoras de mantenimiento, horarios, quejas y mediciones cuando sean necesarias.

	Construcción de estructuras, muros y techos	Aire, suelo, paisaje y medio socioeconómico — Calidad del suelo	Riesgo de contaminación por manejo inadecuado de residuos	Riesgo negativo, eventual, local y de duración variable; contaminación condicionada a disposición o manejo inadecuado de residuos.	Potencial/condicionado a contingencia	P, M	Segregar, almacenar temporalmente y entregar residuos a gestores autorizados según tipo.	Cantidad de residuos por tipo (kg/t); manifiestos/comprobantes y evidencia de almacenamiento.
	Construcción de estructuras, muros y techos	Aire, suelo, paisaje y medio socioeconómico — Calidad visual	Transformación del paisaje por incorporación de edificaciones	Negativo, directo, local y permanente; sustitución del paisaje vegetado por edificaciones.	Directo	M	Conservar áreas verdes previstas y controlar el orden de los frentes constructivos.	Registro fotográfico comparativo; superficie de áreas verdes habilitadas.
	Acabados	Aire, suelo, agua y medio socioeconómico — Emisiones de compuestos volátiles, generación de residuos, riesgo de contaminación del suelo y agua, empleo	Emisión potencial de partículas y compuestos volátiles	Negativo, directo, temporal y local; emisiones potenciales de polvo y compuestos volátiles durante acabados.	Directo	P, M	Utilizar productos de menor emisión cuando sea viable; ventilar y controlar polvo durante acabados.	Inventario de productos, hojas de seguridad, inspecciones y quejas.

	Acabados	Aire, suelo, agua y medio socioeconómico — Calidad del suelo	Generación de residuos y riesgo de contaminación	Negativo, directo, temporal y local por generación de residuos; riesgo de contaminación eventual si se manejan inadecuadamente.	Potencial/condicionado a contingencia	P, M	Separar envases, restos y materiales; prevenir derrames y entregar residuos según clasificación.	Volumen de residuos y comprobantes de entrega; incidentes de derrame.
	Instalación de infraestructura eléctrica, sanitaria e hidráulica dentro de la vivienda	Suelo, agua y medio socioeconómico — Calidad del suelo, calidad del agua subterránea, generación de residuos, empleo y demanda de insumos	Riesgo de contaminación por residuos y sustancias utilizadas	Riesgo negativo, eventual, local y de duración variable; posible afectación de suelo y agua por sustancias o residuos de instalaciones.	Potencial/condicionado a contingencia	P, M	Manejar adecuadamente residuos de instalaciones y efectuar pruebas de hermeticidad cuando proceda.	Registros de pruebas, residuos retirados e incidencias de fugas.
	Acondicionamiento de áreas verdes dentro de la vivienda	Flora, fauna, suelo y paisaje — Cobertura vegetal, composición florística, hábitat potencial, conservación del suelo y calidad visual	Incorporación de vegetación y mejoramiento paisajístico	Potencialmente positivo, directo, local y de duración prolongada con mantenimiento; incorporación de vegetación y mejora visual, sin sustituir el hábitat original.	Directo	M, R	Establecer y mantener áreas verdes interiores con especies adecuadas; favorecer supervivencia.	Área verde habilitada (m²); número de plantas y supervivencia (%) a 6 y 12 meses.

	Pruebas, limpieza final y entrega habitacional	Suelo, agua, aire, paisaje y medio socioeconómico — Calidad del suelo y agua, manejo de residuos, partículas suspendidas, calidad visual y empleo		Efecto favorable de manejo, directo, local y temporal; retiro de residuos y limpieza final.	Directo	M	Retirar residuos de obra y realizar limpieza integral antes de entrega; verificar superficies.	Actas de limpieza/entrega; residuos retirados y hallazgos pendientes.
Operación	Operación y mantenimiento	Agua, suelo, aire, flora, fauna, paisaje y medio socioeconómico — Consumo de agua, generación de aguas residuales, residuos sólidos urbanos, emisiones, ruido, cobertura vegetal, fauna urbana, calidad visual y demanda de servicios	Consumo de agua y generación de aguas residuales	Negativo, directo e indirecto, recurrente y de largo plazo; demanda de agua y generación de aguas residuales, dependiente de sistemas de abastecimiento y manejo.	Directo e indirecto	P, M	Promover dispositivos ahorradores y manejo sanitario adecuado de aguas residuales según infraestructura autorizada.	Consumo de agua (m^3/mes), incidencias de fugas y comprobantes de gestión de aguas residuales.

	Operación y mantenimiento	Agua, suelo, aire, flora, fauna, paisaje y medio socioeconómico — Calidad del suelo	Generación de residuos sólidos urbanos	Negativo, directo, recurrente y de largo plazo; generación de residuos sólidos, con afectación condicionada a su gestión.	Directo	P, M	Disponer contenedores y esquema de separación, recolección y disposición conforme a servicios disponibles.	Residuos generados (kg/mes); frecuencia de recolección y comprobantes.
	Operación y mantenimiento	Agua, suelo, aire, flora, fauna, paisaje y medio socioeconómico — Calidad del aire y ruido	Emisiones y ruido asociados con las actividades habitacionales	Negativo, directo, local, recurrente y de intensidad variable; emisiones y ruido de actividades habitacionales.	Directo	M	Fomentar mantenimiento de equipos y buenas prácticas para disminuir ruido y emisiones habitacionales.	Quejas registradas, incidencias y acciones correctivas.
	Operación y mantenimiento	Agua, suelo, aire, flora, fauna, paisaje y medio socioeconómico — Cobertura vegetal y hábitat	Modificación de las condiciones ecológicas por presencia humana	Negativo potencial, directo e indirecto, local y de largo plazo; modificación del hábitat y de la vegetación por ocupación humana.	Directo e indirecto	P, M	Mantener áreas verdes; evitar introducción de especies invasoras y controlar interacción con fauna.	Superficie de vegetación mantenida, incidencias con fauna y especies introducidas.
	Operación y mantenimiento	Agua, suelo, aire, flora, fauna, paisaje y medio socioeconómico — Vivienda, servicios y bienestar	Disponibilidad de espacios habitacionales y demanda de servicios	Mixto: positivo por disponibilidad habitacional y negativo potencial por presión sobre servicios; local y de largo plazo, según capacidad instalada.	Por determinar según mecanismo causal	P, M	Planificar servicios habitacionales y verificar capacidad de suministro; separar beneficios de vivienda de presión sobre servicios.	Viviendas entregadas; capacidad y cobertura de servicios, reportes de incidencias.

	Operación y mantenimiento	Agua, suelo, aire, flora, fauna, paisaje y medio socioeconómico — Empleo y actividad económica	Generación de empleos y dinamización económica local	Positivo potencial, directo e indirecto, temporal, local a regional; empleo y demanda de bienes y servicios durante la construcción.	Directo e indirecto	P	Priorizar contratación local cuando sea viable y documentar empleos y adquisiciones.	Número de empleos directos y porcentaje local; compras a proveedores locales.
	Operación y mantenimiento	Agua, suelo, aire, flora, fauna, paisaje y medio socioeconómico — Calidad del aire, ruido y movilidad	Emisiones, ruido e incremento temporal del tránsito vehicular	Negativo, directo, temporal y local a lo largo de rutas de acceso; emisiones, ruido y mayor tránsito vehicular.	Directo	P, M	Programar rutas y horarios de transporte; cubrir cargas y mantener vehículos.	Viajes diarios, incidentes viales, quejas, revisiones vehiculares.

4.6.2. Descripción de las medidas y programas

Con la finalidad de prevenir, mitigar, restaurar y, cuando corresponda, compensar los impactos ambientales identificados durante el desarrollo del proyecto **"Ciudad Renacimiento"**, se establecen una serie de medidas y programas de manejo ambiental orientados a reducir las afectaciones sobre los componentes físicos, biológicos y socioeconómicos del entorno.

Las medidas propuestas se fundamentan en los resultados obtenidos durante la identificación, caracterización y valoración de los impactos ambientales, mediante la aplicación de la matriz tipo Leopold y la metodología de Conesa, considerando las actividades correspondientes a la preparación del sitio y construcción de viviendas.

En este sentido, se otorga especial atención a los impactos relacionados con la pérdida de cobertura vegetal, la modificación del suelo, la alteración de hábitats de fauna silvestre, los cambios en las condiciones locales de infiltración del agua pluvial y la generación de emisiones atmosféricas, ruido y residuos.

Para atender dichas afectaciones, se propone implementar programas ambientales específicos que permitan establecer acciones de prevención y control, definir responsabilidades y contar con mecanismos de seguimiento y verificación de su cumplimiento.

Las medidas ambientales se clasifican de acuerdo con su finalidad en:

- **Prevención (P):** acciones destinadas a evitar que se produzca un impacto ambiental.
- **Mitigación (M):** acciones orientadas a disminuir la intensidad, extensión o duración de una afectación.
- **Restauración (R):** acciones dirigidas a recuperar, en la medida de lo posible, las condiciones ambientales de superficies alteradas.
- **Compensación (C):** acciones destinadas a contrarrestar impactos adversos que no puedan evitarse o mitigarse suficientemente, mediante beneficios ambientales adicionales, conforme a los requerimientos aplicables.

La implementación de estas medidas deberá realizarse de manera coordinada con el programa de trabajo del proyecto, priorizando las acciones preventivas antes del inicio de las actividades que puedan generar afectaciones ambientales.

Programa de rescate y reubicación de flora silvestre

Este programa tendrá como objetivo prevenir y reducir la afectación directa sobre ejemplares de flora silvestre presentes en las superficies destinadas a la construcción de viviendas. Previo al inicio del desmonte, se realizarán recorridos de reconocimiento para identificar ejemplares susceptibles de rescate, considerando sus características biológicas, estado fitosanitario y posibilidades de supervivencia. Se dará prioridad a las especies endémicas, de importancia ecológica y aquellas que se encuentren sujetas a categorías de riesgo conforme a la normativa aplicable. Los ejemplares seleccionados serán rescatados mediante técnicas apropiadas y reubicados en sitios que presenten condiciones ambientales compatibles con sus requerimientos ecológicos, procurando favorecer su establecimiento y supervivencia.

El programa incluirá registros de los ejemplares rescatados, especies, cantidades, sitios de procedencia y reubicación, así como actividades de seguimiento para evaluar su supervivencia.

Programa de protección, ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre

El objetivo de este programa será reducir las afectaciones sobre la fauna silvestre durante las actividades de preparación del sitio y construcción. Previo a la intervención de las superficies autorizadas, se realizarán recorridos de reconocimiento para identificar la presencia de fauna, refugios y sitios potenciales de reproducción. Se implementarán actividades de ahuyentamiento controlado para favorecer el desplazamiento natural de los individuos hacia áreas seguras. Cuando se identifiquen ejemplares que no puedan desplazarse por sus propios medios o se encuentren en situaciones de riesgo, se realizarán acciones de rescate y reubicación mediante personal capacitado, utilizando técnicas adecuadas para cada grupo faunístico y observando las autorizaciones que resulten aplicables. Asimismo, se establecerán medidas para evitar la captura, extracción, cacería o daño intencional de ejemplares silvestres por parte del personal.

El seguimiento incluirá registros de especies observadas, ejemplares rescatados, sitios de liberación e incidencias registradas durante las actividades constructivas.

Programa de protección y manejo del suelo

Este programa tendrá como finalidad reducir las afectaciones sobre las características físicas del suelo durante las actividades de desmonte, despalme, nivelación, excavaciones y cimentación. Las actividades se limitarán a las superficies autorizadas, evitando la intervención innecesaria de áreas que no formen parte de los frentes de trabajo. Cuando las condiciones del terreno lo permitan, el material superficial aprovechable será separado y resguardado temporalmente para su posible utilización en el acondicionamiento de áreas verdes o en actividades de restauración. Asimismo, se evitará el almacenamiento inadecuado de materiales y sustancias que puedan ocasionar contaminación del suelo.

En caso de derrames accidentales, se implementarán procedimientos de contención, recuperación y manejo de materiales contaminados, de acuerdo con sus características y la normativa aplicable.

Programa de protección del agua subterránea y manejo de escurrimientos pluviales

Considerando las características hidrogeológicas kársticas del entorno, este programa tendrá como objetivo prevenir la incorporación de sustancias contaminantes al suelo y subsuelo, así como reducir las alteraciones innecesarias en las condiciones locales de infiltración. Se establecerán medidas para el almacenamiento seguro de combustibles, lubricantes, pinturas y otras sustancias utilizadas durante la construcción. Asimismo, se evitará la disposición de residuos, aguas residuales y materiales de construcción directamente sobre el terreno o en depresiones naturales.

Durante la ejecución de las obras se procurará mantener condiciones adecuadas para el manejo del agua pluvial, evitando obstrucciones innecesarias y acumulaciones ocasionadas por materiales de construcción.

Las medidas específicas para el manejo de escurrimientos e infiltración deberán ajustarse a las características del proyecto ejecutivo y a las condiciones geotécnicas e hidrogeológicas del sitio.

Programa de manejo integral de residuos

Este programa tendrá como objetivo prevenir la contaminación del suelo y subsuelo mediante el manejo adecuado de los residuos generados durante las actividades constructivas. Se promoverá la separación de los residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos, de acuerdo con sus características y clasificación normativa. Los residuos serán depositados temporalmente en recipientes o áreas acondicionadas, evitando su dispersión por viento, escurrimientos o actividades de fauna. Los residuos provenientes de excavaciones, sobrantes de materiales y escombros serán manejados de acuerdo con las disposiciones aplicables, privilegiando su aprovechamiento cuando sea técnica y legalmente viable.

Los residuos peligrosos que llegarán a generarse deberán almacenarse y entregarse a prestadores de servicios autorizados, conforme a las obligaciones legales correspondientes. Se mantendrán registros de generación, recolección, transporte y destino de los residuos, según corresponda.

Programa de control de emisiones atmosféricas y ruido

El objetivo de este programa será reducir las emisiones de partículas suspendidas, gases de combustión y ruido durante la preparación del sitio y construcción. Para ello, se establecerán medidas de control durante los movimientos de tierras, transporte de materiales y operación de maquinaria. Se promoverá el mantenimiento preventivo de los equipos, la circulación a velocidades controladas y el manejo adecuado de materiales susceptibles de generar polvo.

Cuando las condiciones lo requieran y exista disponibilidad de agua apropiada, se podrán realizar actividades de humectación controlada en superficies expuestas, evitando desperdicios y escurrimientos innecesarios. Asimismo, se procurará organizar las actividades de mayor generación de ruido en horarios adecuados y mantener los equipos en condiciones operativas apropiadas.

Programa de acondicionamiento de áreas verdes

Este programa estará orientado al establecimiento y mantenimiento de vegetación en las áreas verdes contempladas dentro de las viviendas, conforme al diseño autorizado del proyecto. Se procurará utilizar especies nativas o adaptadas a las condiciones ambientales de la región, evitando aquellas reconocidas como invasoras. Las actividades incluirán la preparación de las superficies, plantación, riego de establecimiento, mantenimiento y reposición de ejemplares cuando resulte necesario.

El programa permitirá mejorar las condiciones paisajísticas de las áreas habitacionales y contribuir a la presencia de vegetación dentro de las superficies construidas.

No obstante, el establecimiento de áreas verdes no deberá considerarse como una restitución equivalente de la vegetación original removida, por lo que las necesidades de compensación deberán evaluarse de manera independiente.

Programa de supervisión y seguimiento ambiental

Con la finalidad de verificar la implementación y efectividad de las medidas propuestas, se establecerá un programa de supervisión y seguimiento ambiental durante las etapas de preparación del sitio y construcción.

Este programa permitirá comprobar el cumplimiento de las medidas preventivas, de mitigación, restauración y compensación que resulten aplicables, mediante recorridos de supervisión, registros fotográficos, listas de verificación y reportes de cumplimiento. Se dará seguimiento prioritario a las actividades de rescate de flora y fauna, manejo del suelo, control de residuos, protección del agua subterránea y control de emisiones atmosféricas y ruido.

Asimismo, se establecerán mecanismos para identificar desviaciones, documentar incidencias y aplicar acciones correctivas cuando se detecten incumplimientos o resultados distintos a los previstos.

La periodicidad de las inspecciones y los indicadores de seguimiento deberán definirse de acuerdo con la naturaleza de cada medida, el avance de las obras y las obligaciones establecidas por la autoridad ambiental.

Consideraciones finales

La implementación de los programas ambientales propuestos permitirá establecer un esquema de manejo orientado a prevenir y reducir las afectaciones derivadas de las actividades de preparación del sitio y construcción de viviendas del proyecto Ciudad Renacimiento.

Se considera prioritario atender los impactos asociados con la pérdida de cobertura vegetal, la modificación del suelo y la reducción de superficies naturales permeables, debido a que fueron identificados entre los impactos de mayor importancia ambiental en la valoración preliminar.

Finalmente, la efectividad de las medidas deberá verificarse mediante indicadores específicos de cumplimiento y desempeño ambiental, permitiendo identificar oportunamente la necesidad de realizar ajustes y fortalecer las acciones de manejo durante el desarrollo del proyecto.

4.6.3. Medidas de compensación y/o restauración ambiental

Se presentan las medidas de compensación y/o restauración ambiental considerando principalmente los impactos que pueden permanecer después de aplicar las medidas de prevención y mitigación, como la pérdida de cobertura vegetal, la modificación del suelo, la alteración de hábitats y la reducción de superficies naturales permeables.

Tabla 89. Medidas de compensación y/o restauración ambiental

Descripción, objetivos, alcances, periodicidad de implementación y plazo de ejecución	Ubicación	Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia (indicadores y unidades)
1. Programa de restauración de superficies temporalmente intervenidas	Superficies de ocupación temporal que no estén	Superficie restaurada (m² o ha); porcentaje de superficie

(R). Objetivo: recuperar las condiciones físicas y ambientales de las superficies afectadas temporalmente durante la construcción. Alcance: retiro de residuos y materiales sobrantes, acondicionamiento del suelo y establecimiento de vegetación nativa donde resulte viable. Periodicidad: al concluir los trabajos en cada frente de obra. Plazo: durante la construcción y al finalizar las actividades correspondientes.	destinadas a edificaciones permanentes, dentro del Área del Proyecto.	restaurada respecto a la superficie temporalmente afectada (%); número de sitios intervenidos y restaurados; registros fotográficos antes y después.
2. Programa de compensación por pérdida de cobertura vegetal (C). Objetivo: compensar parcialmente los impactos residuales asociados con la remoción de vegetación. Alcance: establecimiento, enriquecimiento o conservación de vegetación nativa en superficies ecológicamente adecuadas, conforme a las necesidades de compensación determinadas para el proyecto. Periodicidad: implementación inicial y seguimiento periódico. Plazo: durante la construcción y mantenimiento posterior, conforme al programa que se autorice.	Áreas de compensación que se definan mediante criterios técnicos y jurídicos, dentro o fuera del Área del Proyecto, según corresponda.	Superficie destinada a compensación (ha); número de ejemplares establecidos (individuos); porcentaje de supervivencia (%); cobertura vegetal alcanzada (%); evidencia de mantenimiento y seguimiento.
3. Programa de restauración y mejoramiento del suelo (R). Objetivo: recuperar las propiedades físicas de los suelos afectados temporalmente y reducir procesos de degradación. Alcance: aprovechamiento de material superficial recuperado, descompactación cuando sea viable, acondicionamiento del sustrato y revegetación de superficies disponibles. Periodicidad: al concluir las actividades que generen alteraciones. Plazo: durante la construcción y etapa de cierre de los frentes de trabajo.	Áreas temporalmente intervenidas, zonas de almacenamiento provisional y superficies que no serán ocupadas permanentemente.	Superficie de suelo rehabilitada (m^2); volumen de suelo aprovechado (m^3); porcentaje de áreas rehabilitadas (%); presencia de cobertura vegetal establecida (%).
4. Programa de restauración de hábitats para fauna silvestre (R/C). Objetivo: favorecer la recuperación de condiciones	Áreas de restauración y, cuando proceda, superficies de	Superficie de hábitat restaurada (ha); número de especies vegetales nativas

de refugio y alimentación para fauna silvestre en superficies ambientalmente adecuadas. Alcance: establecimiento y mantenimiento de especies vegetales nativas, recuperación de elementos de hábitat y conservación de la conectividad vegetal donde resulte factible. Periodicidad: durante la implementación de las acciones de restauración y mediante seguimiento posterior. Plazo: durante la construcción y el periodo de mantenimiento que se establezca.	compensación ambiental que cuenten con condiciones apropiadas para la fauna.	establecidas; porcentaje de supervivencia de plantas (%); registros de presencia de fauna (especies y observaciones por campaña).
5. Programa de rehabilitación de áreas verdes y superficies permeables (R/M). Objetivo: favorecer la recuperación de cobertura vegetal y mantener superficies con capacidad de infiltración dentro de las áreas disponibles. Alcance: acondicionamiento de áreas verdes, incorporación de vegetación nativa y conservación de superficies no impermeabilizadas, de acuerdo con el proyecto ejecutivo. Periodicidad: establecimiento durante la construcción y mantenimiento periódico. Plazo: previo a la entrega de las viviendas y durante el periodo de mantenimiento correspondiente.	Áreas verdes contempladas dentro de las viviendas y otras superficies permeables incluidas en el alcance autorizado del proyecto.	Superficie de áreas verdes establecidas (m²); superficie permeable conservada (m²); porcentaje de supervivencia vegetal (%); porcentaje de cobertura vegetal (%).
6. Programa de seguimiento de restauración y compensación ambiental (R/C). Objetivo: verificar el cumplimiento y la eficacia de las acciones de restauración y compensación implementadas. Alcance: inspecciones, evaluación de supervivencia vegetal, revisión de condiciones del suelo, mantenimiento, reposición de ejemplares cuando corresponda y documentación de resultados. Periodicidad: seguimiento trimestral durante la construcción y posterior conforme a los compromisos establecidos. Plazo: desde la	Superficies donde se ejecuten acciones de restauración o compensación ambiental.	Porcentaje de cumplimiento de actividades programadas (%); supervivencia vegetal (%); superficie restaurada o compensada (ha); número de acciones correctivas realizadas; informes de seguimiento (documentos).

implementación de las medidas hasta el cumplimiento de las metas y obligaciones autorizadas.		

4.6.4. Valoración económica de las medidas

Tabla 90. Valoración económica de las medidas

Clave	Medida	Costo estimado ($)
01	PARA LA APLICACIÓN DE MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN, SE CONSIDERA EL 10% DE LA INVERSIÓN TOTAL	$72,376,000.00 MXN (72 millones 376 mil pesos)

4.7. Programa de vigilancia ambiental

Objetivo general

El Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) del proyecto **"Ciudad Renacimiento"** tiene como objetivo establecer los mecanismos de supervisión, seguimiento, control y evaluación necesarios para verificar el cumplimiento y la eficacia de las medidas de prevención, mitigación, restauración y compensación ambiental propuestas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental, así como identificar oportunamente posibles desviaciones o impactos ambientales no previstos durante la ejecución de las obras y actividades.

Su implementación permitirá dar seguimiento a las condiciones ambientales del Área del Proyecto (AP) y su entorno inmediato, priorizando los componentes ambientales susceptibles de presentar mayores afectaciones, particularmente la vegetación, fauna silvestre, suelo, agua subterránea y calidad del aire.

Objetivos específicos

- Verificar que las actividades del proyecto se desarrollen dentro de las superficies autorizadas y conforme a las medidas ambientales establecidas.
- Supervisar la correcta implementación de los programas de rescate y reubicación de flora y fauna silvestre.
- Dar seguimiento a las medidas de protección del suelo y prevención de la contaminación del agua subterránea.
- Verificar el manejo adecuado de los residuos generados durante las actividades constructivas.
- Supervisar las acciones de control de emisiones atmosféricas y ruido.
- Evaluar el cumplimiento y la eficacia de las medidas de restauración y compensación ambiental que resulten aplicables.
- Identificar impactos ambientales no previstos y establecer acciones correctivas.

- Generar evidencia documental y registros que permitan demostrar el cumplimiento de los compromisos ambientales del proyecto.

Alcance del programa

El Programa de Vigilancia Ambiental será aplicable a las actividades de preparación del sitio y construcción de viviendas contempladas en la presente MIA, incluyendo las actividades realizadas por contratistas, subcontratistas y personal involucrado en la ejecución del proyecto.

Su aplicación comprenderá las superficies de intervención autorizadas, frentes de trabajo, áreas de almacenamiento temporal de materiales y residuos, así como los sitios destinados a la implementación de medidas de restauración o compensación ambiental.

La vigilancia ambiental se desarrollará desde las actividades previas al inicio de las obras hasta la conclusión de la etapa de construcción, contemplada en un periodo de 36 meses, sin perjuicio del seguimiento posterior que requieran determinadas medidas ambientales o las condiciones establecidas por la autoridad competente.

Responsables de implementación

El promovente será responsable de garantizar la implementación del Programa de Vigilancia Ambiental, así como de proporcionar los recursos humanos, materiales y económicos necesarios para su ejecución.

Para ello, se designará un responsable de supervisión ambiental, quien deberá contar con conocimientos técnicos en materia ambiental y tendrá a su cargo la coordinación de las actividades de vigilancia, la integración de registros y la identificación de posibles incumplimientos.

Asimismo, los contratistas y responsables de los diferentes frentes de trabajo deberán colaborar en la implementación de las medidas ambientales, atender las observaciones emitidas durante las inspecciones y ejecutar las acciones correctivas que resulten necesarias.

Estrategia de vigilancia ambiental

La vigilancia ambiental se realizará mediante recorridos de inspección, revisión de registros documentales, verificación de condiciones ambientales y seguimiento de indicadores específicos.

Previo al inicio de las actividades constructivas se verificará la delimitación de las superficies autorizadas, la programación de los rescates de flora y fauna y la disponibilidad de los medios necesarios para el manejo adecuado de residuos y sustancias.

Durante la preparación del sitio se dará prioridad al seguimiento de las actividades de rescate, desmonte, despalme, manejo del suelo y protección de la fauna silvestre.

Durante la construcción se supervisará principalmente el manejo de residuos, la prevención de derrames, el control de emisiones y ruido, la protección del suelo y el cumplimiento de las medidas relacionadas con el agua subterránea.

Al concluir los trabajos en cada frente de obra, se verificará el retiro de residuos y materiales sobrantes, la limpieza de las superficies intervenidas y la ejecución de las medidas de restauración que correspondan.

Seguimiento y evaluación de resultados

Los resultados de la vigilancia ambiental se documentarán mediante listas de verificación, bitácoras de campo, registros fotográficos, informes de supervisión y demás evidencias necesarias.

Cuando se detecten incumplimientos o desviaciones respecto a las medidas ambientales establecidas, se registrará la incidencia, se determinarán las acciones correctivas y se establecerán responsables y plazos para su atención.

Posteriormente, se realizará una verificación para comprobar la ejecución de las acciones correctivas y evaluar su eficacia.

Los resultados obtenidos permitirán determinar el grado de cumplimiento del programa y, cuando sea necesario, proponer ajustes a las medidas ambientales para mejorar su efectividad.

Informes de cumplimiento ambiental

Se propone integrar informes trimestrales de seguimiento ambiental durante las etapas de preparación del sitio y construcción.

Estos informes contendrán una descripción de las actividades realizadas, las medidas implementadas, los resultados de los indicadores, las incidencias registradas, las acciones correctivas aplicadas y la evidencia documental correspondiente.

La periodicidad de entrega de informes a la autoridad ambiental se ajustará a lo establecido en la resolución que, en su caso, emita SEMARNAT y demás disposiciones aplicables.

Consideraciones finales

El Programa de Vigilancia Ambiental constituye el principal instrumento de seguimiento y control de las medidas ambientales propuestas para el proyecto Ciudad Renacimiento.

Su implementación permitirá verificar que las actividades de preparación del sitio y construcción de viviendas se desarrollen bajo criterios de prevención y protección ambiental, favoreciendo la detección oportuna de posibles afectaciones y la aplicación de medidas correctivas.

Asimismo, permitirá evaluar la eficacia de las acciones propuestas y generar información para el seguimiento de los impactos ambientales, particularmente aquellos relacionados con la pérdida de cobertura vegetal, la modificación del suelo y la alteración de las condiciones locales de infiltración.

De esta manera, el programa contribuirá al cumplimiento de los compromisos ambientales del proyecto y a la reducción de los impactos asociados con su ejecución.

4.8. Pronóstico ambiental de la Región Ecológica

El pronóstico ambiental de la Región Ecológica (RE) tiene como finalidad analizar la posible evolución de las condiciones ambientales del territorio ante diferentes escenarios de desarrollo, considerando las características actuales de los componentes físicos, biológicos, paisajísticos y socioeconómicos, así como las tendencias de transformación existentes y los impactos potenciales derivados de la ejecución del proyecto **"Ciudad Renacimiento"**.

Para su elaboración se consideran los resultados de la caracterización ambiental, la problemática ambiental identificada en la Región Ecológica, la evaluación de impactos ambientales mediante la metodología de Conesa y las medidas de prevención, mitigación, restauración y compensación propuestas para las actividades de preparación del sitio y construcción de viviendas.

La Región Ecológica delimitada para el proyecto comprende una superficie de 9,569.59 hectáreas, caracterizada por la presencia de vegetación secundaria, suelos someros asociados con materiales calcáreos, condiciones hidrogeológicas kársticas y un territorio donde coexisten superficies vegetadas, asentamientos humanos, infraestructura vial y áreas previamente modificadas por actividades humanas.

En este contexto, el pronóstico ambiental permite identificar las posibles modificaciones sobre los componentes ambientales y establecer una perspectiva de las condiciones que podrían presentarse a corto, mediano y largo plazo, particularmente en relación con la pérdida de cobertura vegetal, la modificación del suelo, la alteración de hábitats, los cambios en la infiltración pluvial y la transformación del paisaje.

Para este análisis se consideran tres escenarios: sin proyecto, con proyecto sin aplicación de medidas ambientales y con proyecto mediante la implementación de medidas ambientales y del Programa de Vigilancia Ambiental.

Escenario 1. Pronóstico ambiental sin proyecto

En ausencia del proyecto Ciudad Renacimiento, se prevé que la Región Ecológica mantenga, en términos generales, las condiciones ambientales actualmente identificadas, aunque su evolución estará influenciada por las actividades humanas existentes y las tendencias de crecimiento urbano en el entorno. Las superficies con vegetación secundaria podrían conservar parte de su cobertura actual, siempre que no sean intervenidas por nuevas actividades de cambio de uso del suelo, aprovechamiento de recursos o expansión de asentamientos humanos.

En aquellas superficies que permanezcan sin perturbaciones significativas, podrían continuar los procesos naturales de regeneración de la vegetación secundaria, favoreciendo gradualmente el desarrollo de comunidades vegetales y la disponibilidad de hábitats para distintas especies de fauna silvestre. Respecto al suelo, se mantendrían las condiciones físicas actuales en las superficies no intervenidas, conservándose los procesos naturales de infiltración del agua pluvial y las características propias del relieve kárstico.

No obstante, la presencia de asentamientos humanos, vialidades y otras superficies transformadas dentro de la Región Ecológica permite reconocer que existen presiones ambientales asociadas con el crecimiento urbano, la fragmentación de la vegetación y la modificación progresiva del paisaje.

Por lo tanto, aun en ausencia del proyecto, podrían continuar presentándose transformaciones ambientales relacionadas con actividades externas, cuya magnitud dependerá de la dinámica territorial y de la aplicación de los instrumentos de ordenamiento ecológico y urbano.

En este escenario no se generarían los impactos directamente atribuibles a las actividades de preparación del sitio y construcción de viviendas del proyecto Ciudad Renacimiento. Sin embargo, tampoco puede asumirse que la Región Ecológica permanecería completamente inalterada, debido a que su evolución responde a diversos factores naturales y antrópicos.

Escenario 2. Pronóstico ambiental con proyecto y sin aplicación de medidas ambientales

En un escenario hipotético donde se desarrollarán las actividades de preparación del sitio y construcción de viviendas sin implementar las medidas de prevención, mitigación, restauración y compensación propuestas, se prevé una mayor intensidad de las afectaciones ambientales asociadas con la transformación física del terreno.

Las actividades de desmonte y despalme ocasionarían la eliminación de cobertura vegetal en las superficies intervenidas, generando una reducción de las áreas vegetadas y modificaciones en la estructura de las comunidades vegetales. La ausencia de acciones de rescate y protección de flora y fauna podría incrementar el riesgo de afectación directa sobre ejemplares silvestres, así como favorecer el desplazamiento de individuos y la pérdida de sitios utilizados para refugio, alimentación y reproducción.

En cuanto al suelo, las actividades de despalme, nivelación, movimientos de tierras y cimentación generarían modificaciones físicas que podrían intensificarse si no se establecieran controles para delimitar las superficies de trabajo y manejar adecuadamente los materiales. Asimismo, el manejo inadecuado de combustibles, lubricantes, residuos y otras sustancias podría incrementar el riesgo de contaminación del suelo y subsuelo, aspecto especialmente relevante por las características hidrogeológicas kársticas de la región.

La construcción de viviendas también ocasionaría modificaciones en las condiciones locales de infiltración del agua pluvial, debido a la ocupación de superficies naturales mediante cimentaciones y edificaciones.

Por otra parte, la ausencia de medidas de control de emisiones atmosféricas y ruido podría incrementar las molestias temporales sobre la fauna silvestre y los receptores humanos próximos a las actividades constructivas. En términos paisajísticos, la sustitución de superficies vegetadas por edificaciones ocasionaría una transformación permanente de las características visuales del entorno.

Adicionalmente, la falta de acciones de restauración en las superficies temporalmente intervenidas podría favorecer la permanencia de áreas degradadas y la acumulación de materiales y residuos de construcción.

En consecuencia, este escenario representa una condición de mayor presión ambiental, debido a la ausencia de mecanismos para reducir las afectaciones y controlar los impactos derivados de las actividades constructivas.

Escenario 3. Pronóstico ambiental con proyecto y aplicación de medidas ambientales

En este escenario se considera la ejecución de las actividades de preparación del sitio y construcción de viviendas del proyecto Ciudad Renacimiento, acompañada de la implementación de las medidas de prevención, mitigación, restauración y compensación ambiental propuestas, así como del Programa de Vigilancia Ambiental. La aplicación de estas medidas permitirá establecer mecanismos de control para reducir la intensidad, extensión y duración de determinadas afectaciones ambientales, particularmente aquellas relacionadas con la protección de flora y fauna, manejo del suelo, prevención de contaminación y control de emisiones.

En el componente vegetación, la delimitación de superficies de intervención y la ejecución de actividades de rescate y reubicación de ejemplares permitirán reducir las afectaciones directas sobre individuos susceptibles de protección. No obstante, permanecerá la pérdida de cobertura vegetal en las superficies destinadas a la construcción de viviendas, por lo que será necesario atender los impactos residuales mediante las medidas de restauración y, cuando corresponda, compensación ambiental que se determinen.

Respecto a la fauna silvestre, las actividades de ahuyentamiento, rescate y reubicación contribuirán a disminuir el riesgo de afectación directa sobre ejemplares durante el desmonte y la preparación del sitio.

En cuanto al suelo, la delimitación de áreas de trabajo, el manejo adecuado del material superficial y la rehabilitación de superficies temporalmente intervenidas permitirán reducir las afectaciones innecesarias y favorecer la recuperación de determinadas áreas. Asimismo, la aplicación de medidas para el almacenamiento y manejo de sustancias, residuos y aguas residuales contribuirá a disminuir el riesgo de contaminación del suelo y agua subterránea.

En relación con la infiltración pluvial, la conservación de superficies permeables y el manejo adecuado de escurrimientos podrán contribuir a reducir determinadas alteraciones locales, aunque no eliminarán la modificación ocasionada por las superficies permanentemente ocupadas.

Los impactos temporales asociados con la emisión de partículas, gases de combustión y ruido podrán reducirse mediante el mantenimiento de maquinaria, control de polvo y organización de las actividades constructivas.

Por otra parte, el acondicionamiento de áreas verdes dentro de las viviendas contribuirá a mejorar las condiciones paisajísticas de las superficies construidas y favorecerá la presencia de vegetación en espacios disponibles, sin representar una restitución equivalente de la vegetación original removida.

Finalmente, la implementación del Programa de Vigilancia Ambiental permitirá verificar el cumplimiento y la eficacia de las medidas propuestas, identificar oportunamente posibles desviaciones y establecer acciones correctivas cuando resulte necesario. Bajo este escenario, se prevé que determinadas afectaciones ambientales puedan reducirse o controlarse, aunque persistirán impactos residuales relacionados principalmente con la pérdida de vegetación, la modificación del suelo, la reducción de superficies naturales permeables y la transformación del paisaje.

Pronóstico ambiental por componente

Vegetación y flora silvestre

Se prevé que las superficies destinadas a la construcción experimenten una reducción de la cobertura vegetal existente. Sin embargo, mediante la delimitación de áreas de intervención, el rescate de ejemplares y la implementación de medidas de restauración y compensación, se podrán reducir determinadas afectaciones y favorecer el establecimiento de vegetación en superficies apropiadas.

Fauna silvestre

La transformación de superficies vegetadas podría ocasionar modificaciones en la disponibilidad de hábitats y favorecer el desplazamiento de individuos hacia otras áreas. La implementación de acciones de protección, ahuyentamiento y rescate contribuirá a reducir el riesgo de afectación directa sobre la fauna durante la preparación del sitio.

Suelo

Las superficies destinadas a cimentaciones y edificaciones presentarán modificaciones permanentes en sus características físicas, mientras que determinadas áreas temporalmente intervenidas podrán recuperar parcialmente sus condiciones mediante acciones de rehabilitación.

Agua subterránea

La ocupación de superficies naturales ocasionará modificaciones locales en la infiltración pluvial. No obstante, la implementación de medidas preventivas para el manejo de sustancias y residuos contribuirá a reducir el riesgo de contaminación del suelo y subsuelo.

Aire y ruido

Durante la construcción se prevé un incremento temporal de emisiones atmosféricas y ruido, cuyos efectos podrán disminuir mediante las medidas de control propuestas y cesarán o se reducirán considerablemente al concluir las actividades generadoras.

Paisaje

Se prevé una transformación permanente de las características visuales de las superficies destinadas a viviendas, debido a la incorporación de edificaciones. El acondicionamiento de áreas verdes podrá contribuir a mejorar la integración paisajística del proyecto.

Medio socioeconómico

Durante la construcción se prevé la generación temporal de empleos y demanda de bienes y servicios, lo que podría favorecer la actividad económica local. Al mismo tiempo, deberán atenderse las posibles molestias temporales relacionadas con el tránsito vehicular, ruido y emisiones en las áreas próximas a los frentes de trabajo.

Conclusión del pronóstico ambiental

El análisis de los escenarios permite establecer que la ejecución del proyecto Ciudad Renacimiento ocasionará modificaciones ambientales principalmente en las superficies destinadas a la construcción de viviendas, particularmente sobre la cobertura vegetal, el suelo, las condiciones locales de

infiltración y el paisaje. En el escenario sin proyecto, se prevé la continuidad de las condiciones ambientales existentes, sujetas a las tendencias de transformación territorial que se presentan en la Región Ecológica. Por su parte, el escenario con proyecto y sin medidas ambientales representa una condición de mayor presión sobre los componentes físicos y biológicos, debido a la ausencia de mecanismos de prevención, control y recuperación.

En contraste, el escenario con proyecto y aplicación de medidas ambientales permitiría reducir determinadas afectaciones y establecer mecanismos de seguimiento para verificar su eficacia. No obstante, se reconoce que permanecerán impactos residuales asociados con la transformación física del terreno, los cuales deberán ser considerados en la evaluación integral del proyecto.

En consecuencia, el pronóstico ambiental indica que la implementación efectiva de las medidas de prevención, mitigación, restauración y compensación, junto con el Programa de Vigilancia Ambiental, constituye un elemento fundamental para reducir los impactos ambientales derivados de las actividades constructivas.

La magnitud final de los cambios y la eficacia de las medidas deberán verificarse mediante indicadores ambientales y seguimiento durante la ejecución del proyecto, evitando asumir que la aplicación de las medidas garantiza por sí misma la ausencia de impactos significativos.

4.9. Delimitación del área de influencia del proyecto

La delimitación del Área de Influencia (AI) del proyecto **“Ciudad Renacimiento”**, ubicado en el municipio de Ucú, Yucatán, se realizó conceptualmente a partir de la identificación de las actividades susceptibles de generar impactos ambientales y de las características físicas, biológicas y socioeconómicas del entorno, con la finalidad de establecer el ámbito espacial donde podrían manifestarse las modificaciones derivadas de su ejecución.

Para ello, se consideró que la presente Manifestación de Impacto Ambiental comprende las actividades de preparación del sitio y construcción de viviendas, por lo que la identificación del área de influencia se encuentra directamente relacionada con los impactos potenciales asociados con el desmonte y despalme, movimientos de tierras, nivelación, cimentación, construcción de edificaciones, transporte de materiales y operación de maquinaria.

Desde esta perspectiva, el Área de Influencia corresponde al espacio geográfico en el que los efectos del proyecto podrían extenderse más allá de las superficies directamente intervenidas, considerando tanto las afectaciones inmediatas como aquellas que podrían manifestarse de manera indirecta sobre los componentes ambientales del entorno.

A continuación, se presenta el área de Influencia del proyecto;

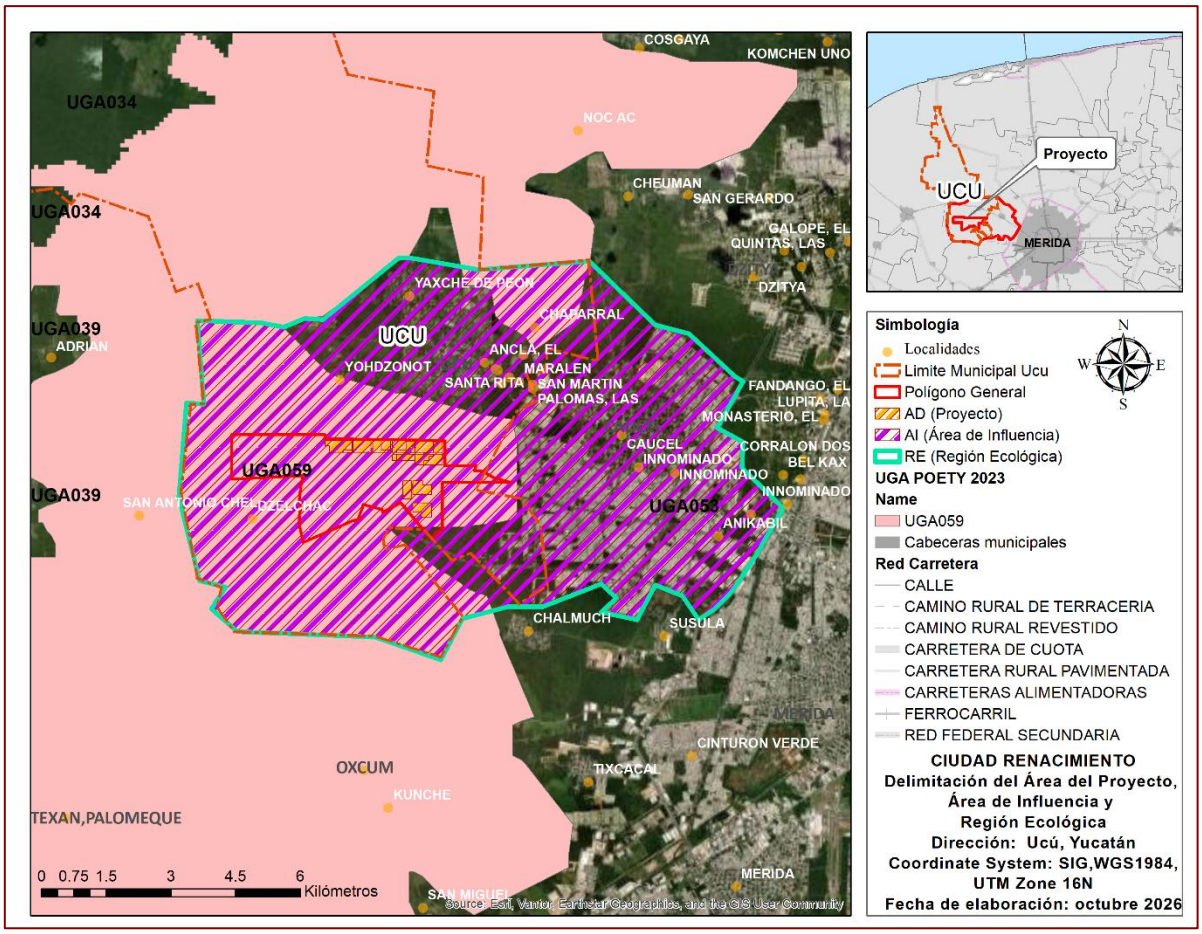


Figura 73. Delimitación del Área de Influencia (AI)

4.10. Conclusión integral de la Manifestación de Impacto Ambiental

La presente Manifestación de Impacto Ambiental del proyecto denominado **"Ciudad Renacimiento"**, ubicado en el municipio de Ucú, estado de Yucatán, se elaboró con la finalidad de identificar, describir y evaluar los impactos ambientales potenciales derivados de las actividades de preparación del sitio y construcción de viviendas, así como establecer las medidas de prevención, mitigación, restauración y compensación ambiental necesarias para reducir las afectaciones sobre los componentes físicos, biológicos y socioeconómicos del entorno.

El proyecto forma parte de una propuesta de desarrollo inmobiliario de usos mixtos que contempla su ejecución mediante diferentes etapas constructivas. Sin embargo, el alcance de la presente evaluación se concentra en las actividades relacionadas con la preparación del terreno y construcción de viviendas, considerando las obras y acciones directamente vinculadas con dichas actividades.

Para el análisis ambiental se realizó la caracterización del Área del Proyecto (AP), su Área de Influencia (AI) y la Región Ecológica (RE), esta última delimitada con una superficie de 9,569.59 hectáreas, considerando las características físicas, biológicas y territoriales del entorno.

Los resultados de la caracterización ambiental permitieron reconocer que el proyecto se localiza en una región donde predominan materiales geológicos de naturaleza calcárea, suelos someros y condiciones hidrogeológicas asociadas con el sistema kárstico de la península de Yucatán. Asimismo, se identificó la presencia de vegetación secundaria y superficies previamente modificadas por actividades humanas, así como asentamientos humanos e infraestructura que forman parte de la dinámica territorial del entorno. En este contexto, la Región Ecológica presenta una interacción entre elementos naturales y actividades antrópicas, donde los procesos de crecimiento urbano y transformación del uso del suelo constituyen factores relevantes para comprender las condiciones ambientales actuales y las posibles tendencias de modificación del territorio.

En materia de vinculación jurídica y territorial, se analizaron los instrumentos normativos y de planeación aplicables al proyecto, incluyendo la legislación ambiental federal y estatal, los programas de ordenamiento ecológico y los instrumentos de desarrollo urbano correspondientes. Este análisis permite establecer el marco regulatorio que deberá observarse durante la ejecución de las obras, sin perjuicio de la obtención de las autorizaciones, permisos y demás actos administrativos que resulten exigibles.

Respecto a la identificación y evaluación de los impactos ambientales, se aplicó una matriz de interacción tipo Leopold y se desarrolló una valoración mediante la metodología de Conesa, considerando los atributos de intensidad, extensión, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad, sinergia, acumulación, momento, efecto y periodicidad. Los resultados de la valoración preliminar permitieron identificar impactos de importancia compatible, moderada y severa, sin registrarse impactos clasificados como críticos en la matriz analizada. Los impactos de mayor importancia se relacionan principalmente con la pérdida de cobertura vegetal, la remoción del horizonte superficial del suelo y la reducción de superficies naturales permeables, como consecuencia de las actividades de desmonte, despalme y cimentación. Estas afectaciones constituyen modificaciones relevantes debido a su carácter directo y a su permanencia en las superficies destinadas a la construcción de viviendas, particularmente por la transformación de las condiciones originales del terreno. Asimismo, se identificaron impactos relacionados con la pérdida y modificación de hábitats de fauna silvestre, alteraciones del relieve, generación temporal de partículas suspendidas y ruido, riesgos de contaminación del suelo y agua subterránea, así como modificaciones de las características visuales del paisaje.

Por otra parte, se reconocieron efectos socioeconómicos positivos potenciales asociados con la generación de empleos temporales, la adquisición de materiales y la contratación de bienes y servicios durante las actividades constructivas.

El análisis de impactos acumulativos y sinérgicos permitió reconocer que determinadas afectaciones, principalmente la pérdida de vegetación, la modificación del suelo y la reducción de superficies permeables, podrían interactuar con las transformaciones territoriales existentes en la Región Ecológica, contribuyendo a procesos de fragmentación de hábitats y modificación progresiva de las condiciones ambientales.

De igual manera, se identificaron impactos potencialmente residuales que permanecerían después de la implementación de medidas ambientales, particularmente aquellos relacionados con la ocupación permanente del terreno, la pérdida de cobertura vegetal y la transformación del paisaje.

En atención a los impactos identificados, se propusieron medidas y programas ambientales orientados a prevenir y reducir las afectaciones durante las etapas de preparación del sitio y construcción. Entre ellos destacan los programas de rescate y reubicación de flora y fauna silvestre, protección y manejo del suelo, prevención de la contaminación del agua subterránea, manejo integral de residuos, control de emisiones atmosféricas y ruido, acondicionamiento de áreas verdes y restauración de superficies temporalmente intervenidas.

Asimismo, se plantearon medidas de compensación ambiental sujetas a la determinación de las necesidades específicas del proyecto y a las disposiciones legales aplicables, particularmente para atender aquellos impactos residuales que no puedan prevenirse o mitigarse suficientemente.

Como instrumento de seguimiento, se propuso la implementación de un Programa de Vigilancia Ambiental, mediante el cual se establecerán mecanismos de supervisión, indicadores de cumplimiento y eficacia, registros documentales y procedimientos para la atención de incidencias ambientales. Este programa permitirá verificar la aplicación de las medidas propuestas, identificar oportunamente desviaciones y establecer acciones correctivas durante el desarrollo de las actividades constructivas.

En relación con el pronóstico ambiental de la Región Ecológica, el análisis de escenarios permitió reconocer que, aun en ausencia del proyecto, el territorio podría continuar experimentando modificaciones derivadas de las actividades humanas y las tendencias de crecimiento urbano existentes.

Por su parte, el escenario con proyecto y sin medidas ambientales representa una condición de mayor presión sobre los componentes naturales, debido a la ausencia de mecanismos de prevención y control. En contraste, el escenario con proyecto y aplicación de medidas ambientales permitiría reducir determinadas afectaciones, mejorar el manejo de los recursos naturales y establecer mecanismos de seguimiento para verificar la eficacia de las acciones implementadas.

No obstante, se reconoce que algunas modificaciones ambientales serán de carácter prolongado o permanente, por lo que la aplicación de medidas de mitigación no elimina la necesidad de atender los impactos residuales y, cuando corresponda, establecer acciones de compensación ambiental.

En términos generales, los resultados de la evaluación permiten establecer que los principales impactos ambientales del proyecto Ciudad Renacimiento se concentran en la transformación de las superficies destinadas a la construcción de viviendas, particularmente sobre la vegetación, el suelo y las condiciones locales de infiltración. En este sentido, la implementación efectiva de las medidas ambientales propuestas constituye un elemento indispensable para reducir la magnitud de las afectaciones, prevenir impactos adicionales y favorecer el cumplimiento de las disposiciones ambientales aplicables.

Por lo anterior, desde el punto de vista técnico-ambiental, se considera que el proyecto presenta impactos susceptibles de prevención, mitigación y manejo, así como impactos residuales que requieren atención específica. Su compatibilidad ambiental se sustentarse en el cumplimiento de la normativa aplicable, la delimitación precisa de las superficies autorizadas, la implementación de las medidas propuestas y la evaluación de los efectos que no puedan ser evitados o mitigados completamente y será responsabilidad del promovente del proyecto el aplicar y llevar a cabo las medidas de prevención y mitigación contenidas en el presente estudio así como también, será responsable de llevar a cabo las recusaciones aplicables al proyecto.

Finalmente, la información presentada en esta Manifestación de Impacto Ambiental proporciona los elementos técnicos para que la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), en el ámbito de sus atribuciones, evalúe los impactos ambientales potenciales asociados con el proyecto y determine lo conducente respecto a su autorización, así como las condiciones y medidas adicionales que, en su caso, considere necesarias para la protección del ambiente.

Se concluye que el desarrollo del proyecto Ciudad Renacimiento es ambientalmente FACTIBLE y VIABLE, siempre y cuando se sujete a una estrategia integral de manejo ambiental, priorizando la conservación de los componentes naturales, la prevención de la contaminación, la atención de los impactos residuales y la vigilancia permanente del cumplimiento de los compromisos ambientales establecidos.

ANEXOS. INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LA MIA

Listado de archivos editables

Tabla 91. Listado de archivos editables

Archivo	Enlace al archivo digital
KML POL GENERAL FINAL SIN CONAVI	USB
KML VIVIENDAS FINAL SIN CONAVI	USB
Control_de_Macrolotes_FINALES	USB
PROTOTIPO A CD RENACIMIENTO	USB
PROTOTIPO B_CIUDAD RENACIMIENTO	USB
PROTOTIPO C_CIUDAD RENACIMIENTO	USB

Documentación legal

Acta certificada del constitutiva del promovente

Poder legal certificado del representante legal

Imágenes y otros anexos

Tabla 92. Imágenes y otros anexos

Elemento	Enlace al archivo digital	Fecha de elaboración
Imagen satelital	USB	OCTUBRE 20026
Fotografía aérea	USB	OCTUBRE 20026
Mapas	USB	OCTUBRE 20026
Planos	USB	OCTUBRE 20026
Croquis	USB	OCTUBRE 20026
Fotografías	USB	OCTUBRE 20026
Videos	n/a	OCTUBRE 20026
Otros (especificar)	n/a	OCTUBRE 20026

Estudios específicos

Tabla 93. Estudios específicos

Enlace al archivo	Nombre del estudio	Responsable de elaboración	Fecha de elaboración
N/A	N/A	N/A	N/A

Memorias de cálculo

Tabla 94. Memorias de cálculo

Enlace al archivo	Nombre	Fecha de elaboración
N/D	N/D	N/D

Bibliografía y referencias

Bautista, F., D. Palma-López, W. Huchin-Malta, 2005. Actualización de la clasificación de los suelos del Estado de Yucatán, 105- 122 p. En: F. Bautista y G. Palacio (Eds.) Caracterización y Manejo de los Suelos de la Península de Yucatán: Implicaciones Agropecuarias, Forestales y Ambientales. Universidad Autónoma de Campeche, Universidad Autónoma de Yucatán. 282 pp.

Bautista, F. 2010. El Suelo. En Biodiversidad y Desarrollo Humana en Yucatán (Contexto Físico). Durán R. y M. Mendéz (Eds). CICY, PPD-FMAN, CONABIO, SEDUMA, 496 pp.

BURDGE, R. y VANCLAY, F. (1995). "Social Impact Assessment", Vanclay F, Bronstein DA, editors. *Environmental and Social Impact Assessment,* Chichester, Wiley.

Carnevali, F. Et al. 2012. La flora de la Península de Yucatán Mexicana: 250 años de conocimiento florístico. CONABIO. Biodiversitas. 101:6-10
Carnevali F.C.G., Tapia–Muñoz J.L., Duno de Stefano R. y Ramírez-Morillo I. 2010. Flora Ilustrada de la Península de Yucatán: Listado Florístico. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.

Carta de Vegetación y Uso del Suelo Serie VI, INEGI 2015.

Cocom, R., Ramírez, L., Tun-Garrido, J., & Ortiz-Díaz, J. J. (2008). Plantas silvestres asociadas al cultivo de maíz en Yucatán. Universidad Autónoma de Yucatán. 93 pp.

Conesa V. 1993. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. MUNDI-PRENSA. Segunda edición, 1993. Madrid, España.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)

Delladova, M. 2010. Guía Metodológica Para la Elaboración de una Evaluación de Impacto Ambiental. Universidad Nacional de la Plata. Facultad de Arquitectura y Urbanismo.

Duch G. J. 1988. "La conformación territorial del Estado de Yucatán. Los componentes del medio físico". Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, Centro regional de la península de Yucatán.México. 427 pp.

Durán, R. & M. Méndez. (eds.). 2010. Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA, 496 pp

Espinoza G. 2001. Gestión y Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental. Banco Interamericano de Desarrollo y Centro de Estudios para el Desarrollo. Santiago-Chile 2002.

Flores-Guido, J. S., & Espejel-Carvajal, I. (1994). Tipos de vegetación de la península de Yucatán. Etnoflora Yucatanense. Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán, México. Fascículo, 3(10).

García, G. y Graniel, E. 2010. Geología. En Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán (Contexto Físico). Durán R. y M. Mendéz (Eds). CICY, PPD-FMAN, CONABIO, SEDUMA, 496 pp.

Google Earth, 2018. Imágenes satelitales.
Howell, S. y S. Webb. 1995. A Guide to the birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press. New York. 851p.

Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales 2002. México. 2003.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía, (INEGI) 2020. Censo de Población y Vivienda.
J.S. Flores, R. Durán y J.J. Ortiz-Díaz. (2010). Comunidades vegetales terrestres. R.D. Yucatán, M. Méndez (Eds.), Biodiversidad y desarrollo humano, CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA (2010), pp. 125–129.

López Ramos, E. 1973. Estudio Geológico de la Península de Yucatán. Enciclopedia Yucatanense, Tomo X: Explicación necesaria. Geología peninsular. Cultura Maya. Límites con Quintana Roo. Edición Oficial del Gobierno de Yucatán, México. p. 33-75.

Moralez, D & Roux, R (2015). Estudio de impacto social, antecedentes y línea base para San Fernando, Tamaulipas. Revista Internacional de Ciencias Sociales y Humanidades, SOCIOTAM, Vol. XXV. Núm. 1. Universidad Autónoma de Tamaulipas, Ciudad Victoria, México.

Mueller-Dombois, D., y Ellenberg, H. (1974). Aims and methods of vegetation analysis. New York: Ed. J. Wiley & Sons, 547.

Pennington T.D. y Sarhukán J. 1998. Arboles tropicales de México. Universidad Nacional Aútonoma de

México y Fondo Cultural. México, D.F. 52 1 p.

Rojas, S (2013). Guia para realizar investigaciones sociales. Novena a trigésima octava edición en Plaza y Valdés:2013 México
Rzedowski, J. (1994). vegetación de México. México: Limusa, Noriega Editores.

SEDUMA, SEMARNAT (2007). Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero de Yucatán.Bitácora ambiental. Yucatán.

Servicio Geológico Mexicano (2013). Atlas de peligros por fenómenos naturales del Estado de Yucatán. Gobierno Del Estado de Yucatán. Mérida, Yucatán, México.

Vanclay, F (2015). Evaluación de Impacto Social: Lineamientos para la evaluación y gestión de impactos sociales de proyectos. IAIA, Asociación Internacional para la Evaluación de Impactos. Universidad Groningen.