1/10/25

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD PARTICULAR



PROYECTO:
"CASA LOZANO GASTÓN"

ÍNDICE

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

1.1. Datos generales del Proyecto. 1

1.1.1. Nombre del proyecto. 1

1.1.2. Ubicación del proyecto 1

1.1.3. Duración del proyecto 1

1.2. Datos generales del Promovente. 1

1.2.1. Nombre o razón social 1

1.2.2. Registro Federal de Contribuyentes del Promovente. 1

1.2.3. Nombre y cargo del representante legal. 1

1.2.4. Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones. 1

1.3. Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental. 1

1.3.1. Nombre o razón social 1

1.3.2. Registro Federal de Contribuyentes o CURP. 2

1.3.3. Nombre del responsable técnico del estudio. 2

1.3.4. Dirección del responsable técnico del estudio. 2

1.3.5. Nombre de los Participantes en la Elaboración: 2

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 3

2.1. Información general. 3

2.1.1. Naturaleza del proyecto. 3

2.1.2. Selección del sitio 3

2.1.3. Ubicación física del proyecto y planos de localización 4

a) Ubicación geopolítica del predio del proyecto. 4

b) Ubicación del predio o conjunto de predios donde se ubica el proyecto. 5

2.1.4. Inversión requerida 6

2.1.5. Dimensiones del proyecto 7

a) Superficie total del predio. 7

b) Superficie requerida para la construcción del proyecto. 7

2.1.6. Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias. 9

2.1.7. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos. 11

2.2. Caracteristicas particulares del proyecto. 11

2.2.1. Instalaciones y servicios: 20
a) Electricidad 20
b) Hidráulicas 20
c) Sanitarias 20
2.3. Programa general de trabajo. 20
2.3.1. Programa de Ejecución de Obra 21
2.4. Preparación del sitio. 22
2.4.1. Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto. 23
2.5. Etapa de construcción. 24
2.6. Etapa de operación y mantenimiento. 28
2.7. Descripción de obras asociadas al proyecto. 29
2.8. Etapa de abandono del sitio. 29
2.9. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera. 29
2.10. Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos. 32
2.11. Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos durante la etapa de Operación 38
III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DE SUELO. 39
3.1. ORDENAMIENTOS JURÍDICOS FEDERALES. 39
- CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS 39
- LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE 42
- REGLAMENTO DE LA LGEEPA EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL **43**
- LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE 45
- Decreto por el que se adiciona un Artículo 60 TER; y se adiciona un segundo párrafo al Artículo 99; todos ellos de la Ley General de Vida Silvestre 47
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos 49
- Ley General de Cambio Climático 52

3.2. NORMAS OFICIALES MEXICANAS 57
- Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. 58
- Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005. 58
- Norma Oficial Mexicana NOM-080-SEMARNAT-1994. 58

- Norma Oficial Mexicana NOM-041-SEMARNAT-2006. 58
- Norma Oficial Mexicana NOM-045-SEMARNAT-2006. 59
- Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003. 59

3.3. PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO. 60

- Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. 60
- Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMyMC). 83
- Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región de Laguna Bacalar. 98

3.4. UBICACIÓN DEL PROYECTO CON RELACIÓN A LAS ÁREAS DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA. 115

- Áreas Naturales Protegidas de carácter federal, estatal o municipal. 115
- Áreas de Interés para la Conservación de las Aves (AICA). 116
- Regiones Marinas Prioritarias (RMP). 117
- Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP). 118
- Regiones Terrestres Prioritarias (RTP). 119
- Sitios Ramsar. 121

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO 123

4.1. Delimitación del área de estudio 123

4.2. Caracterización y análisis del Sistema Ambiental 125

1) Criterios de planeación. 125

2) Criterios ambientales. 125

4.2.1. Aspectos abióticos en el Sistema Ambiental 127

a) Clima 127

b) Geología y geomorfología 132

c) Suelos 139

d) Hidrología superficial y subterránea. 142

4.2.2. Aspectos bióticos en el Sistema Ambiental. 148

a) Vegetación Terrestre en el Sistema Ambiental. 150

b) Fauna Silvestre en el Sistema Ambiental. 183

4.2.3. Paisaje 198

4.2.4. Medio Socioeconómico. 204

4.2.5. Diagnostico ambiental. 211

4.3. DESCRIPCIÓN DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES DEL SITIO DEL PROYECTO Y EL AREA DE INFLUENCIA DIRECTA. 216
4.3.1. Medio abiótico. 216
a) Clima 216
b) Precipitación media anual. 217
c) Fisiografía. 218
d) Geología. 219
e) Edafología. 220
f) Hidrología 221
4.3.2. Medio biótico 224
a) Uso de suelo y Vegetación del predio. 224
b) Fauna existente en el predio. 237
4.3.3. Diagnóstico integral de las condiciones ambientales del predio 242
V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 245
5.1. Metodología para evaluar los impactos ambientales. 245
5.1.1. Indicadores de impacto. 245
5.1.2. Criterios y metodologías de evaluación. 245
5.1.3. Criterios y metodologías de evaluación. 246
5.1.4. Descripción de impactos identificados 250
VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 252
6.1. Descripción de las medidas o programas de mitigación o correctivas por componente ambiental. 252
6.1.1. Descripción de las medidas del elemento ambiental: FLORA. 252
6.1.2. Descripción de las medidas del elemento ambiental: Fauna. 252
6.1.3. Descripción de las medidas del elemento ambiental: PAISAJE. 253
6.1.4. Descripción de las medidas del elemento ambiental: AGUA. 253
6.1.5. Descripción de las medidas del elemento ambiental: SUELO. 254
6.1.6. Descripción de las medidas del elemento ambiental: ATMOSFERA. 255
VII. PRONOSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS. 256
7.1. Pronósticos del escenario. 256
7.2. Escenario con proyecto sin medidas de mitigación. 256
7.3. Escenario con proyecto con medidas de mitigación. 256

7.4. Programa de vigilancia ambiental. 257

7.5. CONCLUSIONES. 258

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES. 260

8.1. Vinculación con los instrumentos normativos. 260

8.2. Caracterización ambiental. 261

8.2.1. Medio físico 261

8.2.2. Medio biótico 261

8.4. Conclusiones. 263

IX. BIBLIOGRAFIA. 264

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

1.1. Datos generales del Proyecto.

1.1.1. Nombre del proyecto.

CASA LOZANO GASTÓN

1.1.2. Ubicación del proyecto

El proyecto se pretende realizar al interior del inmueble identificado como: fracción uno, lote trescientos setenta y cinco, manzana uno, región quince del Boulevard costero Aarón Merino Fernández, municipio de Bacalar, Estado de Quintana Roo.

1.1.3. Duración del proyecto

Para llevar a cabo el proyecto propuesto se requiere un tiempo estimado de **36 meses (3 años)**, que incluye las etapas de preparación del sitio y construcción.

Por la naturaleza del proyecto, es un patrimonio familiar y este se mantendrá por tiempo indefinido, mientras se realicen los mantenimientos y reparaciones, en caso de que a familia a futuro considere prescindir de la propiedad, esta puede ser comercializada, cedida, remozada, reconstruida o rentada, por lo que su vida útil puede estar más allá de los **50 años**.

1.2. Datos generales del Promovente.

1.2.1. Nombre o razón social.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

1.2.2. Registro Federal de Contribuyentes del Promovente.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

1.2.3. Nombre y cargo del representante legal.

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

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

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

1.3.1. Nombre o razón social.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

1.3.2. Registro Federal de Contribuyentes o CURP.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

1.3.3. Nombre del responsable técnico del estudio.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

1.3.4. Dirección del responsable técnico del estudio.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

1.3.5. Nombre de los Participantes en la Elaboración:

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1. Información general.

2.1.1. Naturaleza del proyecto.

El proyecto denominado “Casa Lozano Gastón” a desarrollarse en el predio ubicado en el Boulevard Aarón Merino Fernández, fracción uno, lote trescientos setenta y cinco, manzana uno, región quince, de la ciudad de Bacalar, municipio de Bacalar, será construido en una superficie con vegetación modificada y que resulta de actividades agropecuarias, esta vegetación conserva elementos de vegetación inducida exótica y en predios vecinos es posible observar en la composición, vegetación secundaria con presencia de especies como *Leucaena leucocephala* y *Guazuma ulmifolia*, estos predios formaban parte de áreas de cultivo del ejido Aarón Merino Fernández, que mediante proceso de parcelamiento y titulación fraccionan para promover el desarrollo del lado norte de bacalar. El proyecto estará desarrollado en una superficie total de 221.9805 m^2 sobre suelo natural, mismos que representan un 16.04% de la superficie total del predio, misma que mide 1,384.03 m^2, siendo que las obras principales del proyecto serán construidas de forma tradicional a base de block y cemento, cimientos de mampostería.

La superficie total del predio es de 1,502.39 m^2 según constan en la documentación legal anexa; sin embargo, la superficie tomada en cuenta para la realización del presente estudio corresponde al levantamiento topográfico del sitio, siendo que dicha superficie es de 1,384.03 m^2. La altura total máxima de la vivienda residencial turística será de 5.70 m en el punto más alto a partir del suelo natural de la superficie cerrada techada, considerando que enterrado en el suelo natural a una profundidad promedio de 1.80 metros se tendrán los cimientos y desplantes de mampostería de piedra. Cumpliendo lo establecido en la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) con clave Tu-7 bajo la política de Conservación con uso predominante turismo hotelero intensivo, usos compatibles de turismo alternativo y equipamiento, usos condicionados de Infraestructura y de acuerdo con el criterio **CONS-03** se permite la construcción de vivienda residencial turística, siendo este el objetivo del proyecto; conforme se establece en el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región de Laguna Bacalar, Quintana Roo, México: la superficie de la UGA Tu-7 del Ordenamiento, corresponde al 100% del predio donde se pretende llevar a cabo el proyecto.

En la formulación y planeación de la elaboración del proyecto se han considerado todos los lineamientos de conservación, protección, construcción y distribución de obras, que señalan los instrumentos de planeación vigentes aplicables a la zona de interés.

2.1.2. Selección del sitio

La promovente adquirió en copropiedad el lote trescientos setenta y cinco, debido a la belleza paisajística y natural que proyecta el entorno que envuelve la región de la laguna de Bacalar y la belleza natural que representa el cuerpo de agua colindante que lleva el mismo nombre. La propiedad fue adquirida por a través de la Escritura Pública Número seiscientos sesenta y ocho, Volumen tres, Tomo “A”, de fecha 19 de abril de 2023, misma que fue inscrita ante el Registro Público

de la Propiedad y el Comercio del Estado de Quintana Roo y quedara registrada bajo el folio número 161561.

La disponibilidad del servicio eléctrico en la zona fue un factor preponderante para la elección del sitio. Si bien, en el sitio del proyecto no se cuentan con los demás servicios básicos como son agua potable, drenaje y alcantarillado, se valoró la dotación de los mismos con recursos de la propia promovente.

Aunado a esto, el sitio del proyecto es concordante con el tipo de proyecto que se pretende llevar a cabo, siendo que, de acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región de Laguna Bacalar, la construcción de casa habitación turística se encuentra dentro de los usos permitidos de acuerdo con el criterio **CONS-03,** siendo este el objetivo del proyecto.

2.1.3. Ubicación física del proyecto y planos de localización

a) Ubicación geopolítica del predio del proyecto.

En la siguiente imagen, se representa la ubicación geográfica del predio, al Sur de Quintana Roo, dentro de la jurisdicción del municipio de Bacalar. Este predio está regulado por el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región de la Laguna de Bacalar que ubica al predio de interés en la UGA con clave Tu-7 bajo la política de Conservación con uso predominante turismo hotelero intensivo, usos compatibles de turismo alternativo y equipamiento, usos condicionados de Infraestructura, denominada “Costa Bacalar Norte”.

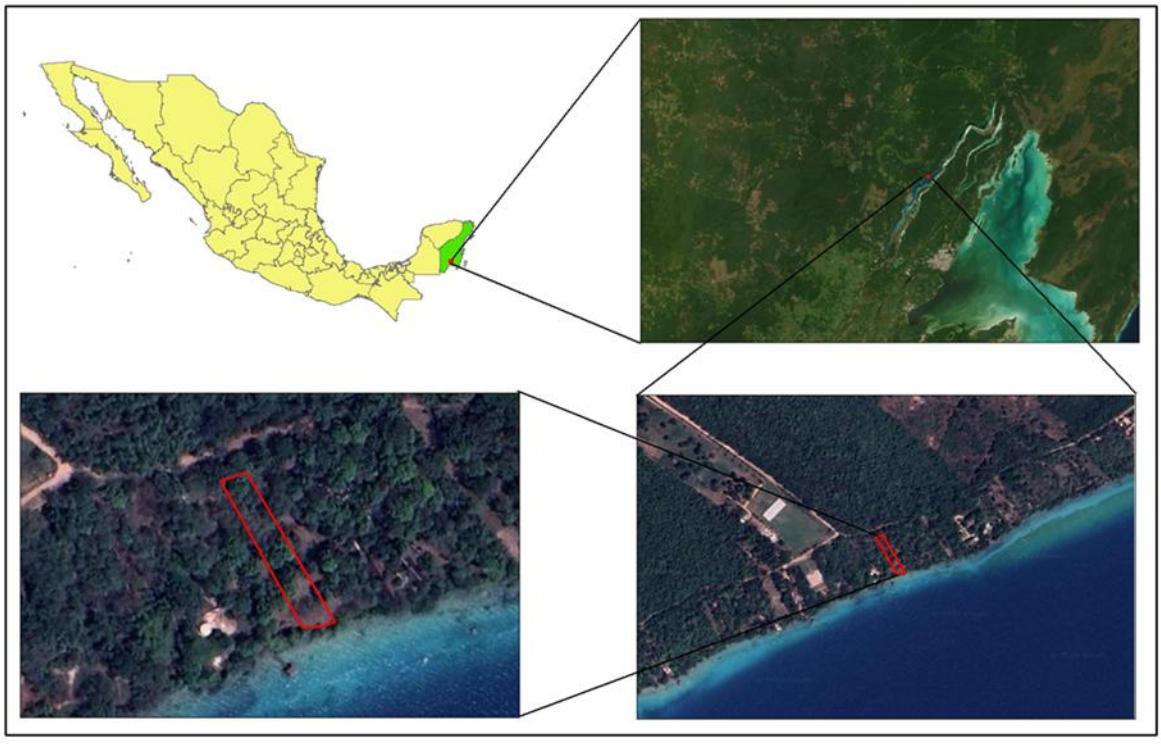


Imagen II. 01. Ubicación geopolítica del predio de estudio.

b) Ubicación del predio o conjunto de predios donde se ubica el proyecto.

Al predio ubicado en el Boulevard Aarón Merino Fernández, región quince, manzana uno, lote trescientos setenta y cinco, de la ciudad de Bacalar, municipio de Bacalar, Estado de Quintana Roo, se accede a través de la carretera federal número 307 (principal vía de comunicación terrestre del Estado de Quintana Roo), a 4 kilómetros de la cabecera municipal de Bacalar existe una servidumbre de paso que da acceso a Camporee 2020 “Herederos de Promesas”, se avanza sobre dicha vialidad una distancia aproximada de 600 metros hasta topar con la proyección del Boulevard Aarón Merino Fernández, sobre la cual se avanza hacia el Norte a una distancia aproximada de 70 metros y hacia el Este colindante con la Laguna de Bacalar donde se encuentra el predio de estudio.

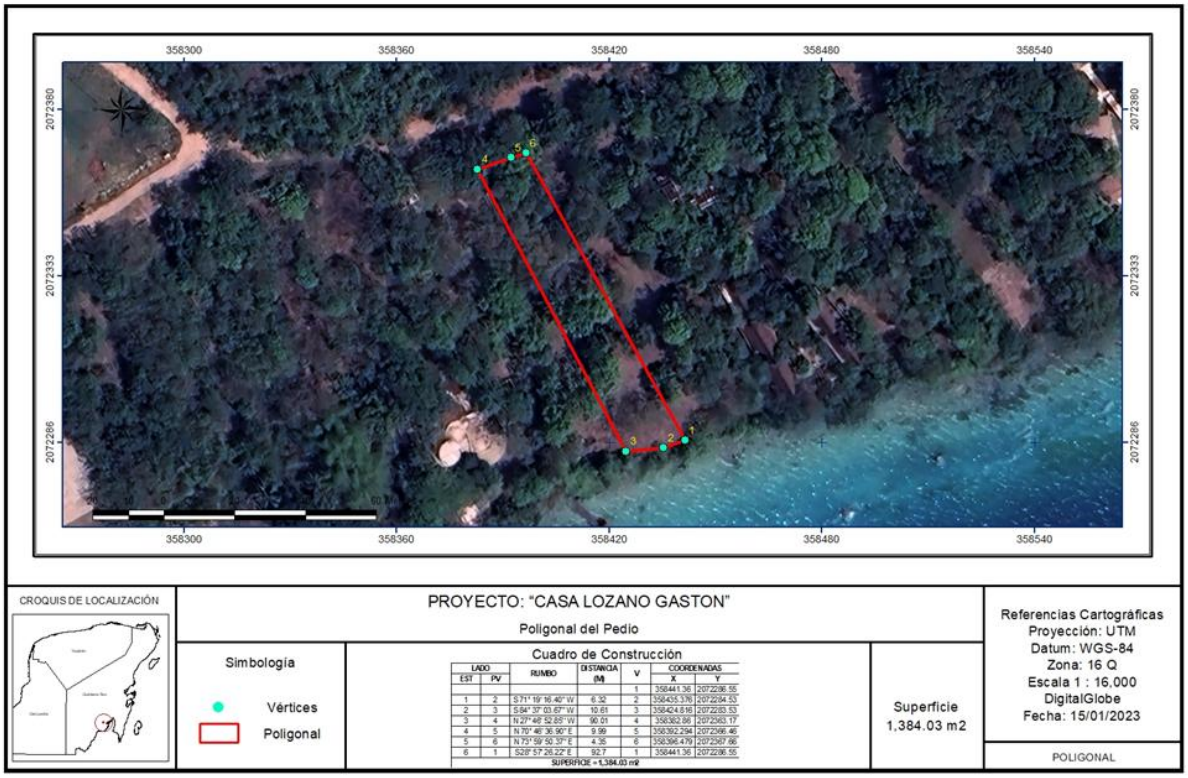
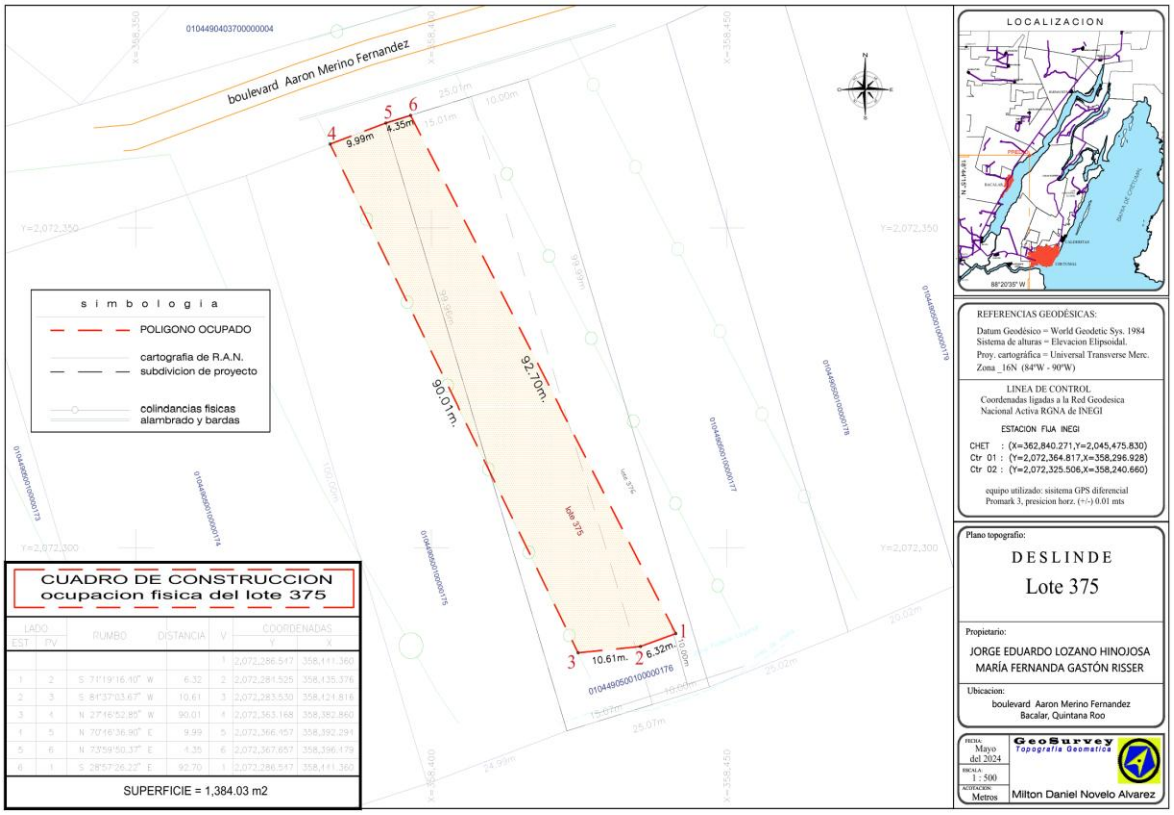


Imagen II. 02. Ubicación geográfica del predio del Proyecto.



CUADRO DE CONSTRUCCION
ocupacion fisica del lote 375

LADO EST	LADO PV	RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS Y	COORDENADAS X
				1	2,072,286.547	358,441.360
1	2	S 71°19'16.40" W	6.32	2	2,072,284.525	358,435.376
2	3	S 84°37'03.67" W	10.61	3	2,072,283.530	358,424.816
3	4	N 27°46'52.85" W	90.01	4	2,072,363.168	358,382.860
4	5	N 70°46'36.90" E	9.99	5	2,072,366.457	358,392.294
5	6	N 73°59'50.37" E	4.35	6	2,072,367.657	358,396.479
6	1	S 28°57'26.22" E	92.70	1	2,072,286.547	358,441.360

SUPERFICIE = 1,384.03 m2

Imagen II. 03. Plano topográfico y cuadro de construcción de coordenadas del Lote 375.

2.1.4. Inversión requerida

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

las autorizaciones pertinentes y la aplicación de medidas de prevención, control y mitigación en beneficio del medio ambiente, propuestas dentro del presente estudio.

2.1.5. Dimensiones del proyecto

En este apartado se presenta la dimensión del predio del proyecto, así como las superficies de los componentes que conforman el proyecto.

a) Superficie total del predio.

Como se ha mencionado líneas arriba, de acuerdo con la documentación legal anexa, la superficie total del predio es de 1,502.39 m^2; sin embargo, la superficie tomada en cuenta para la realización del presente estudio corresponde al levantamiento topográfico del sitio, siendo que dicha superficie es de 1,384.03 m^2 mostrado en la imagen II. 03 del presente apartado.

b) Superficie requerida para la construcción del proyecto.

Los análisis de esta sección se realizan en base a la superficie física del lote trescientos setenta y cinco, misma que corresponde a 1,384.03 m^2.

El área de terreno que se aprovechará en la construcción del proyecto comprende una superficie de 221.9805 m^2, que corresponde a las áreas de desplante de un cuarto de servicios (máquinas, bodega y lavandería), habitación del velador (ranchero), dos casa habitación (Guest Room) y un área social (área techada), sí como áreas libres en las que se construirán el mirador (asoleadero), terrazas, patios, banqueta del cuarto de servicios, áreas ajardinadas, estacionamiento y senderos de acceso; esta superficie representa el 16.04% del total de la superficie del predio. La superficie restante corresponde a superficie de conservación que estará representada por 1,162.05 m^2 que representa el 83.96% de la superficie total del predio.

El proyecto consiste en una casa habitación turística, siendo que en conjunto, el desplante de la totalidad del proyecto sobre el suelo natural del terreno abarca una superficie de 221.9805 m^2, mismos que representan el 16.04%, es decir 0.1604 de coeficiente de utilización de suelo (CUS) de la superficie total del terreno, siendo que las obras desplantadas en este nivel son las siguientes: cuarto de servicios (máquinas, bodega, lavandería), un sistema de tratamiento de aguas residuales, habitación del velador (ranchero), banquetas, dos casa habitación (Guest Room) que contiene baño, recamara, patio y terraza; así mismo, un edificio como área social que contiene baño, comedor, cocina, sala y mirador (asoleadero a cielo abierto). Continuando con la descripción, se tiene a lo largo del predio las siguientes obras:

A continuación, se realiza el desglose de las obras y superficie que abarcan:

Tabla II. 01. Superficies de aprovechamiento sobre suelo natural y conservación del proyecto

DECRIPCIÓN DE OBRA	SUPERFICIE M^2	% DE OCUPACIÓN
Cuarto de servicios que contiene: cuarto de máquinas, bodega, lavandería y habitación velador	36.6431	2.65

DECRIPCIÓN DE OBRA	SUPERFICIE M^2	% DE OCUPACIÓN
Guest Room 1 que contiene: baño, recamara, patio y terraza	55.5403	4.01
Guest Room 2 que contiene: baño, recamara, patio y terraza	55.5406	4.01
Área social que contiene: baño, comedor, cocina, sala y mirador (asoleadero).	74.2565	5.37
Subtotal	**221.9805**	**16.04**
Área de conservación	1,162.05	83.96
Subtotal	**1,162.05**	**83.96**
TOTAL	**1,384.03**	**100.00**

En cuanto a la superficie de desplante total de obra techada, ésta será de 153.4034 m^2, que representa un Coeficiente de Ocupación de Suelo (COS) del 11.08%; mientras que la superficie de áreas libres (obras no techadas) es de 68.5770 m^2 que representa el 4.95% del terreno; por otra parte, se tiene una superficie de 1,162.05 m^2 de área que se mantendrán intactas y que formarán parte del área de conservación del predio, esta superficie representa el 83.96% de la superficie del predio.

Tabla II. 02. Distribución de la superficie por áreas (m^2)

DECRIPCIÓN DE OBRA	SUPERFICIE M2	% DE OCUPACIÓN
Obras techadas		
Cuarto de servicios que contiene: cuarto de máquinas, bodega, lavandería y habitación del velador.	30.0812	2.17
Guest Room 1 que contiene: baño y recamara.	39.8627	2.88
Guest Room 2 que contiene: baño y recamara.	39.8630	2.88
Área social que contiene: baño, comedor, cocina y sala.	43.5966	3.15
Subtotal	**153.4034**	**11.08**
Obras no techadas		
Banqueta del cuarto de servicios	6.5619	0.47
Guest Room 1 que contiene: Patio y terraza.	15.6776	1.13
Guest Room 2 que contiene: Patio y terraza.	15.6776	1.13
Área social que contiene: asoleadero.	30.6599	2.22
Subtotal	**68.5770**	**4.95**
Área permeable (Conservación)		
Área de conservación.	1,162.05	83.96
Subtotal	**1,162.05**	83.96
TOTAL, DEL PREDIO	**1,384.03**	**100.00**

Por otra parte, la superficie total de áreas permeables que tendrá el proyecto es de 1,162.05 m^2, que representa el 83.96 de la superficie total del terreno.

De acuerdo con el análisis de áreas permeables, el proyecto cumple con el mandato establecido por el artículo 132 de la LEEEPA del Estado de Quintana Roo.

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

De acuerdo con la caracterización ambiental del predio, este se localiza dentro de la poligonal de la mancha urbana del poblado de Aarón Merino Fernández, siendo que de acuerdo al respaldo documental con el que se cuenta, el predio fue parte del ejido que lleva el mismo nombre. Si bien, el predio de interés en algún momento estuvo cubierto por vegetación original perteneciente a Selva Mediana Subperennifolia, actualmente este se ha mantenido una condición alterada, en gran parte desprovista de vegetación original, misma que fue removida hace aproximadamente hace 35 años, para ser utilizado como lugar de descanso y recreación de los ejidatarios posesionarios del sitio.

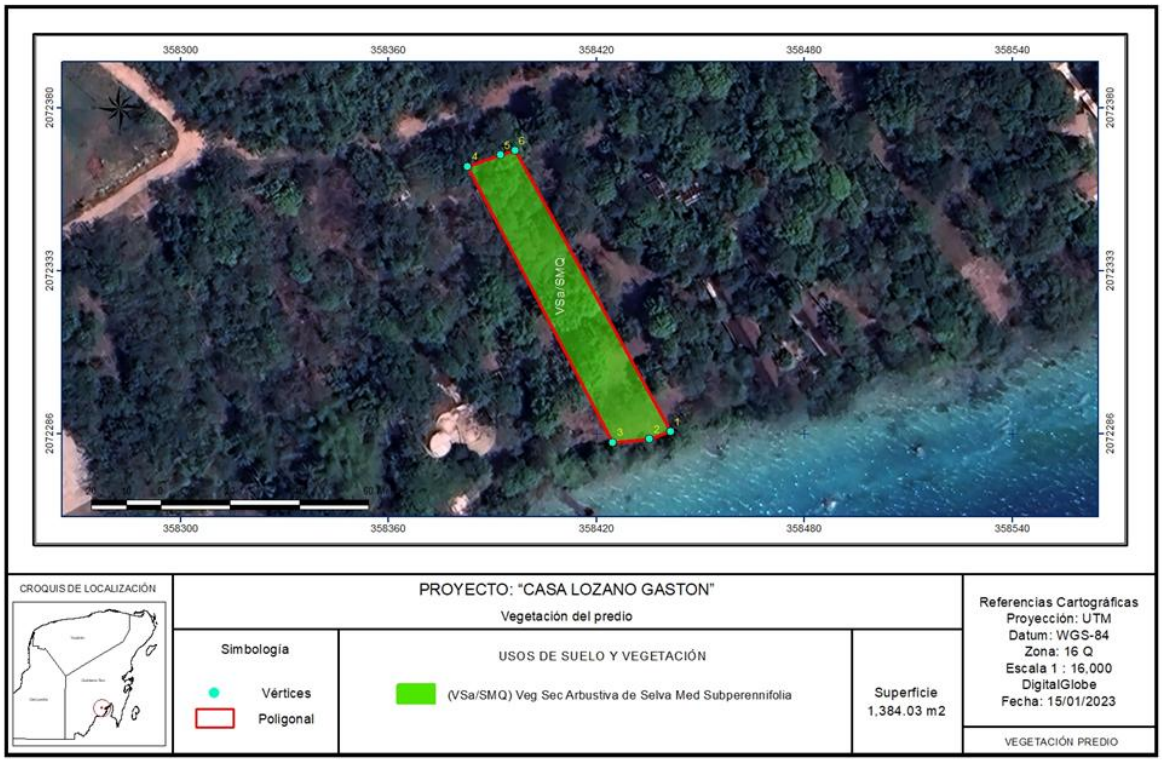


Imagen II. 04. Vegetación y uso de suelo del predio del proyecto

Tabla II. 03. Tipos de vegetación en el predio.

CLAVE	USO DE SUELO Y VEGETACIÓN	SUPERFICIE
SMQ/VSa	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA MEDIANA SUBPERENNIFOLIA	1,384.03
TOTAL		**1,384.03**




Evidencia fotográfica de la condición de la vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia identificada en el Predio.

En la periferia del predio de interés se encuentran algunas viviendas residenciales turísticas, así como predios con vegetación secundaria y predios que aún conservan su estado original. El predio fue modificado en sus atributos ambientales originales por actividades antropogénicas con la remoción de la vegetación, por ello se pueden observar algunos individuos del tipo de vegetación original distribuidos a lo largo de todo el predio.




Evidencia fotográfica de los terrenos ocupados por asentamientos humanos

De acuerdo el **Programa de Ordenamiento Ecológico Región Laguna de Bacalar**, la poligonal del predio donde se ubica el proyecto, incide en la **UGA Tu-7** con Política Ambiental de Conservación con uso predominante para turismo hotelero intensivo, uso compatible para el Turismo Alternativo y Equipamiento.

Uso de los Cuerpos de Agua: el predio colinda con la Laguna de Bacalar, la cual es usada principalmente como recreativa y esparcimiento por los habitantes fijos y turistas que visitan la zona, es por ello que tiene un uso escénico de características excepcionales. Además, en la laguna se permite la navegación por medio de embarcaciones menores como son las lanchas de tipo ballenero con motor fuera de borda, por lo que existen algunos muelles rústicos de madera. Así mismo, en la laguna se practican las actividades deportivas-acuáticas, como son los torneos náuticos con

embarcaciones y prototipos que alcanzan altas velocidades y su recorrido se extiende hasta la bahía de Chetumal.

2.1.7. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos.

En la zona donde se pretende desarrollar el proyecto denominado “Casa Lozano Gastón”, existen servicio de dotación de energía eléctrica por parte de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), siendo este el único servicio básico con que se cuenta en el área, por lo que; gracias a dicha disponibilidad, el proyecto se encontrará conectado a dicho servicio.

En la zona no existen los servicios básicos urbanos de dotación de agua potable y alcantarillado proporcionado por el organismo estatal operador, Comisión de Agua Potable y Alcantarillado, así como tampoco existe la recoja de basura por parte del municipio de Bacalar, por lo que estos servicios serán cubiertos por la promovente, siendo que el proyecto contarán con un sistema integral de tratamiento de aguas residuales consistentes en un biodigestor conectado a campos de oxidación, llegando así a un tratamiento terciario de las aguas residuales que se producirán en el proyecto durante su operación. El abastecimiento de agua potable se realizará a través de pipas y captación de agua pluvial, siendo que dicho recurso será almacenado en 3 tinacos marca ROTOPLAS con capacidad de 1,100 litros cada uno y una cisterna con capacidad de 8,840 litros de almacenamiento. La basura será debidamente separada y dispuesta de tal forma que, los materiales susceptibles de ser reciclados serán llevados a sitio de acopio, y lo que tenga que ser desechado será trasladado al sitio de disposición final indicado por el H. Ayuntamiento de Bacalar, siendo que dicha acción se realizará 2 veces por semana y los gastos de transporte serán cubiertos por la promovente.

2.2. Caracteristicas particulares del proyecto.

El proyecto “Casa Lozano Gastón” consiste en un cuarto de máquinas, habitación para el velador (ranhero), dos casas habitación tipo (Guest Room), y un área separada para un área común cerrado que consisten en un edificio cerrado con un patio de tendido tipo mirador abierto al aire libre. Siendo que el proyecto se desplantará sobre un predio carente de cobertura vegetal original, misma que fue removida hace más de 35 años, el desarrollo integral del proyecto propone un programa de arborización para la recuperación del ecosistema existente en las zonas circundantes, y así lograr la integración del proyecto al ámbito paisajístico natural que impera en la zona. Aunado a esto, en todo momento se contempla el cuidado y fomento de la flora y fauna existente en el sitio del proyecto, tal y como lo demuestran las medidas de mitigación y compensación en beneficio del ambiente, así como el diseño armónico del propio proyecto, mismo que respeta los elementos naturales existentes.

En virtud de lo anterior, el proyecto se ajusta a los parámetros y densidades establecidas en Programa de Ordenamiento Ecológico Región Laguna de Bacalar, la poligonal del predio donde se ubica el proyecto, incide en la UGA Tu-7 con Política Ambiental de Conservación con uso predominante para turismo hotelero intensivo, uso compatible para el Turismo Alternativo y Equipamiento.

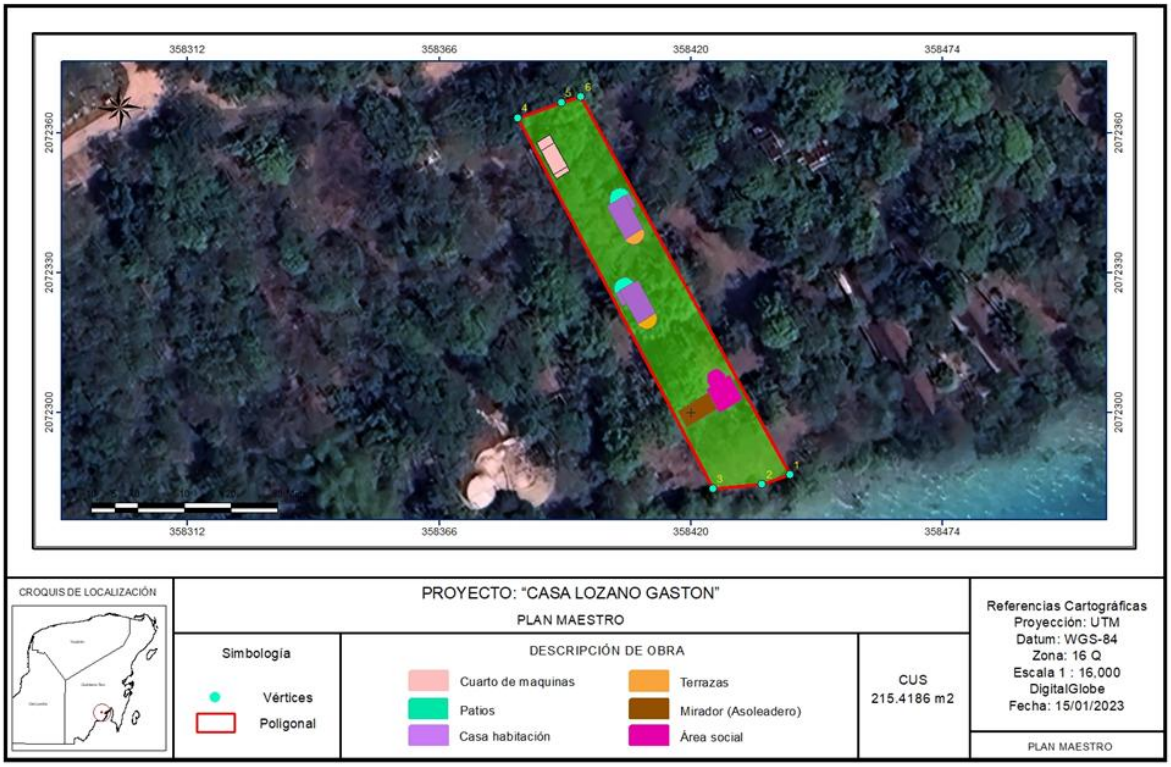


Imagen II. 05. Distribución de los componentes del proyecto.

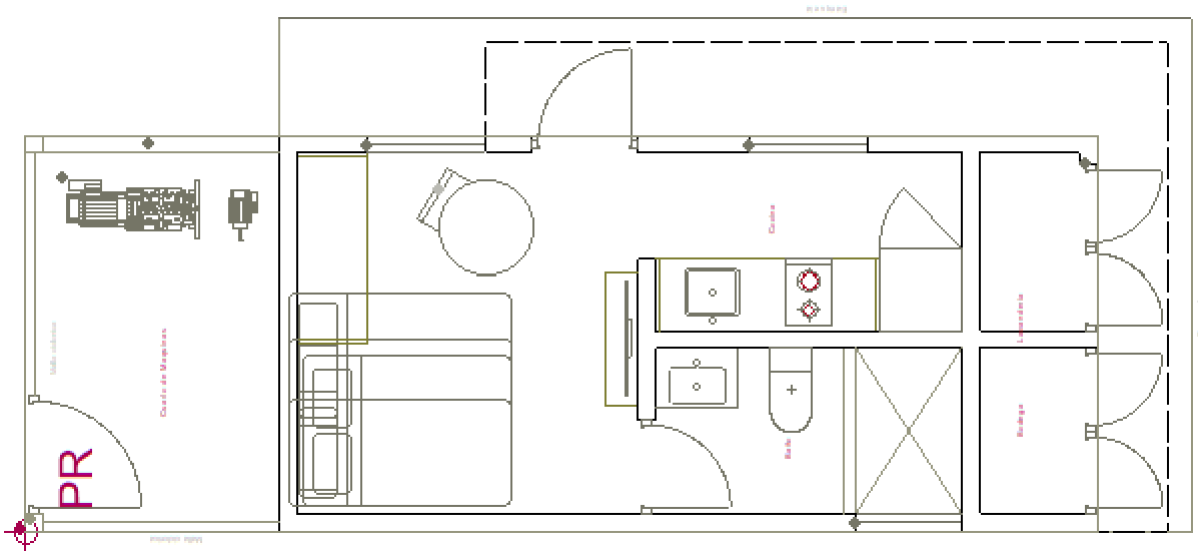
Tabla II. 04. Distribución de los componentes sobre suelo natural y conservación del proyecto.

DECRIPCIÓN DE OBRA	SUPERFICIE M2	% DE OCUPACIÓN
Cuarto de servicios que contiene: cuarto de máquinas, bodega, lavandería y habitación velador	36.6431	2.65
Guest Room 1 que contiene: baño, recamara, patio y terraza	55.5403	4.01
Guest Room 2 que contiene: baño, recamara, patio y terraza	55.5406	4.01
Área social que contiene: baño, comedor, cocina, sala y mirador (asoleadero).	74.2565	5.37
Subtotal	**221.9805**	**16.04**
Área de conservación	1,162.05	83.96
Subtotal	**1,162.05**	**83.96**
TOTAL	**1,384.03**	**100.00**

A continuación, se presen imágenes de las obras que se desplantarán sobre suelo natural de las edificaciones que conforman el proyecto:

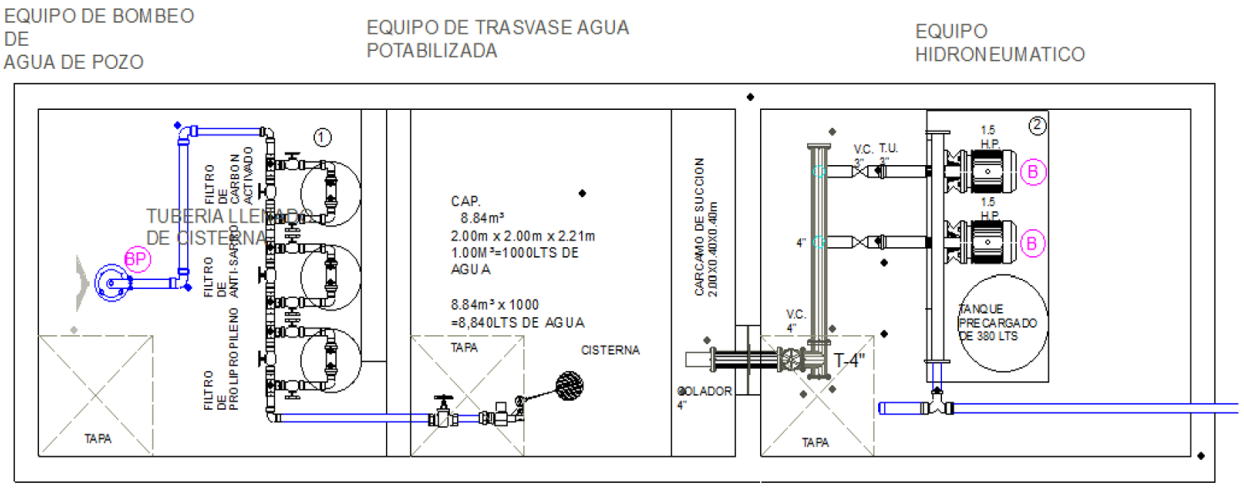
ÁREA DE SERVICIOS.

El área de servicios contará con un cuarto de máquinas, una habitación para el velador (ranchero), de manera continua un cuarto de bodega y un área de lavandería.



CUARTO DE MÁQUINAS.

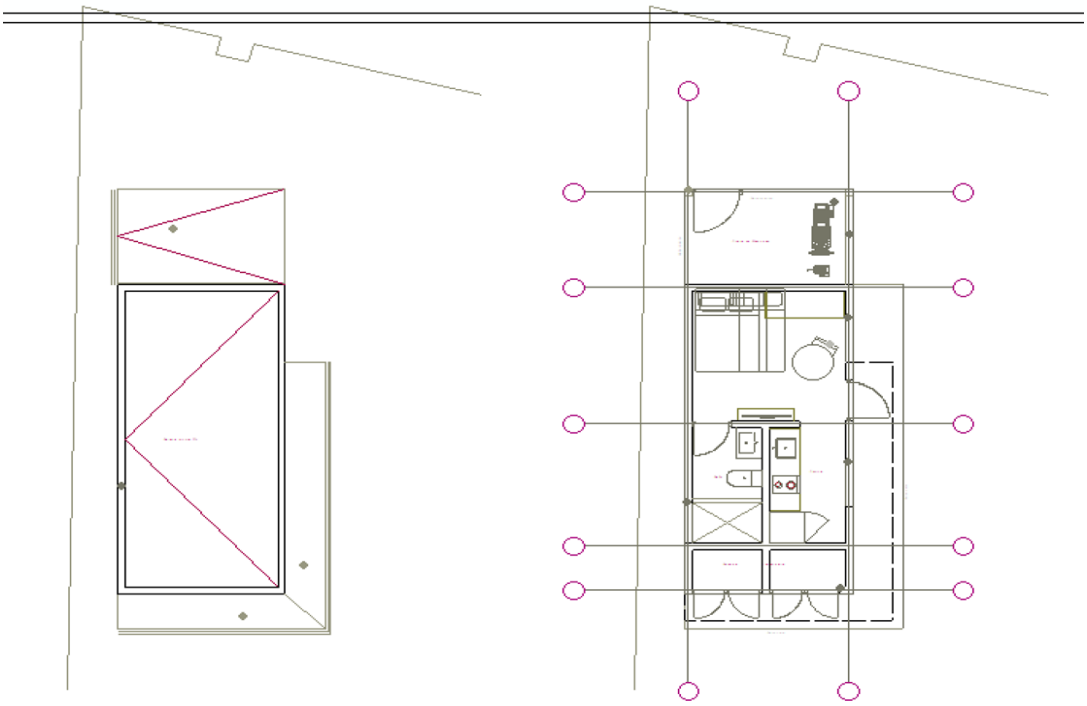
El cuarto de máquinas contará con el sistema hidráulico que contiene el equipo de bombeo de agua de pozo, equipo de trasvase de agua potabilizada y el equipo hidroneumático para abastecer la infraestructura de la casa Lozano Gastón.



DETALLE DE CUARTO DE MAQUINAS SISTEMA HIDRAULICO PLANTA 2.30MX7.39M

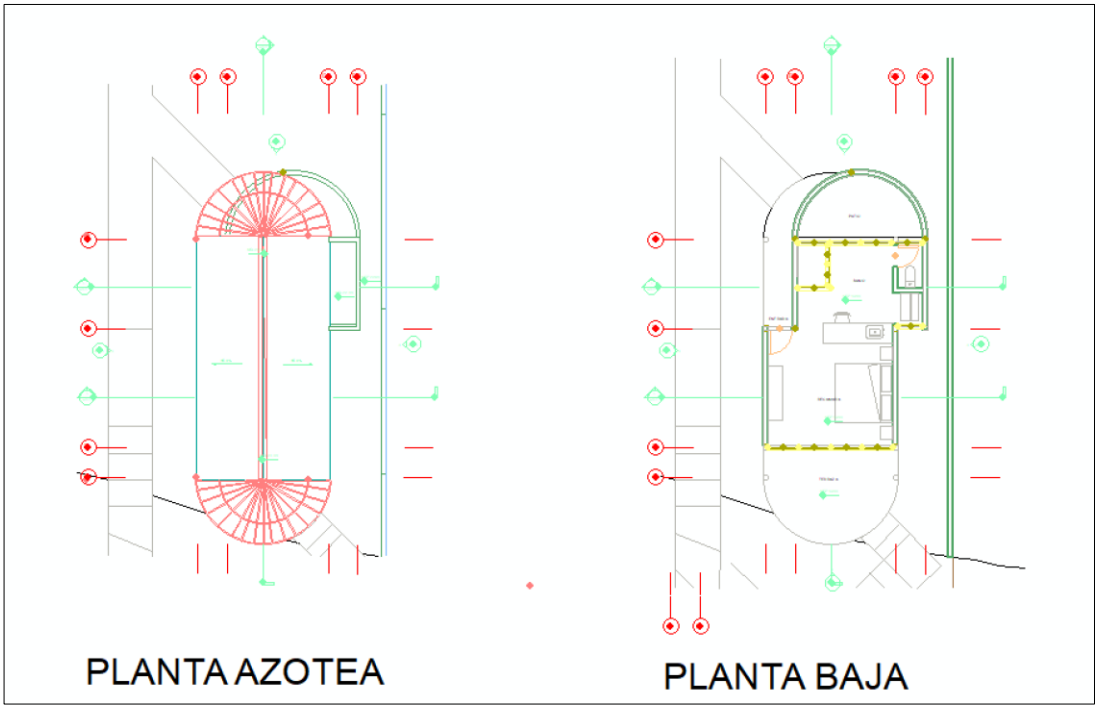
HABITACIÓN DEL VELADOR (RANCHERO).

La casa Ranchero (habitación del velador), contiene en su planta baja un cuarto con baño y una cocina integrada.

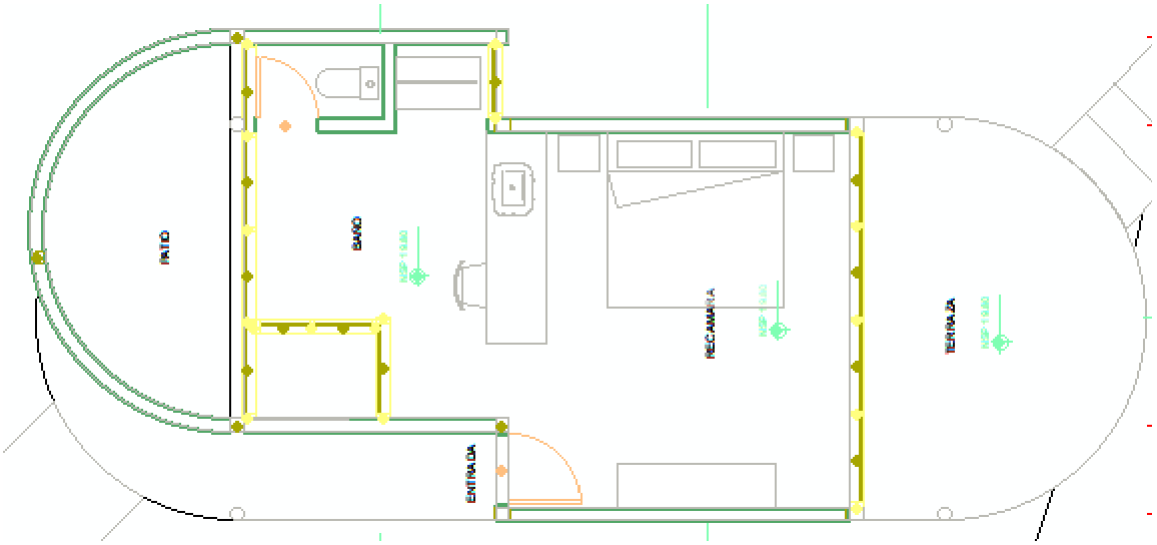


CASA HABITACIÓN (Guest Room)

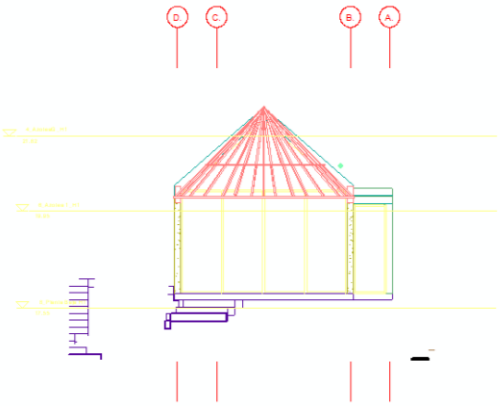
Cada una de las Guest Room contiene en su planta baja un patio, un cuarto con recamara con su baño y una terraza a cielo abierto.



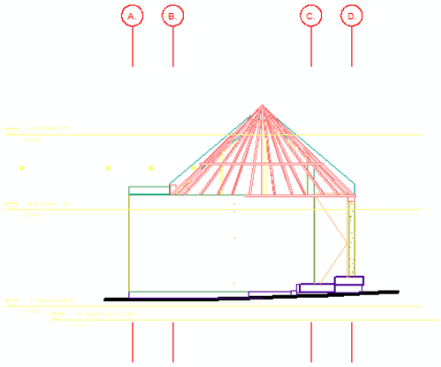
Obras de la planta de azotea y planta baja de las casas habitaciones (Guest Room).



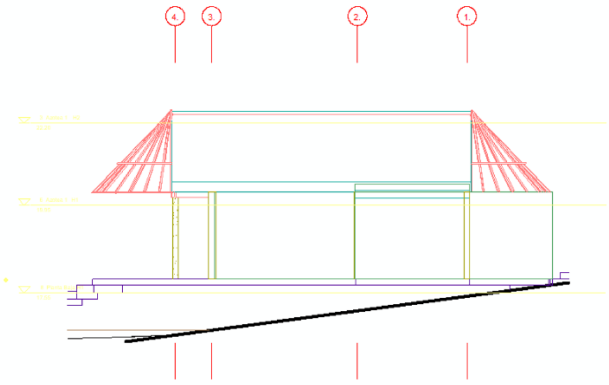
Obras que integran cada una de las casas habitación (incluye patio. Baño, recamara y terraza).



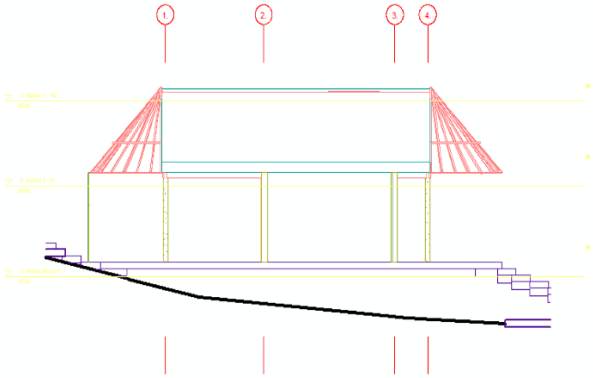
ELEVACION POSTERIOR



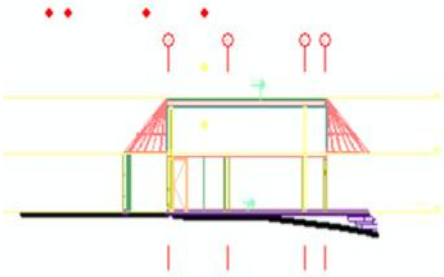
ELEVACION FRONTAL



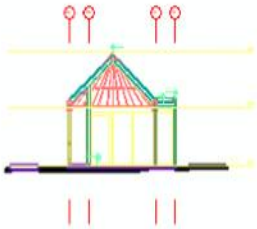
ELEVACION
OESTE



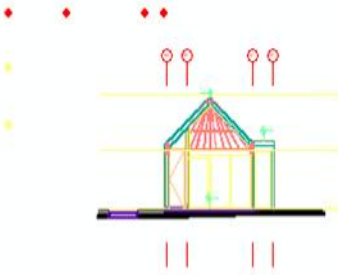
ELEVACION
ESTE



CORTE A



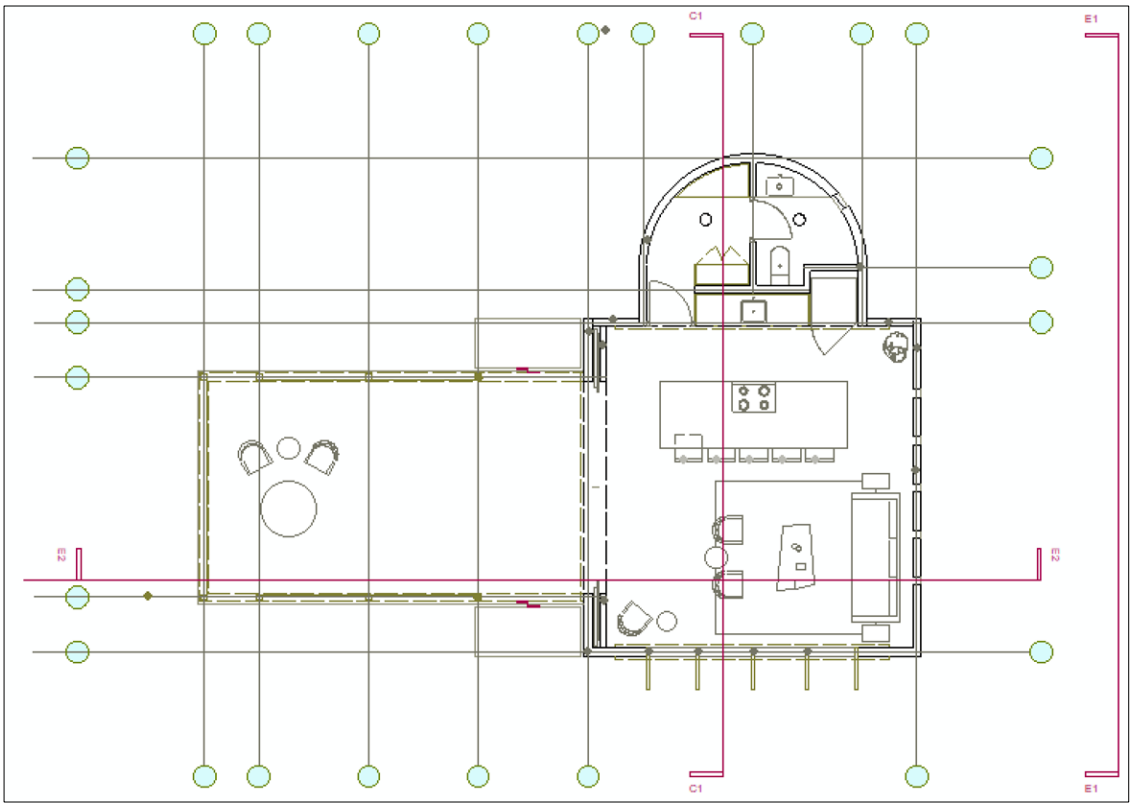
CORTE B



CORTE C

ÁREA SOCIAL CON MIRADOR (ASOLEADERO).

El área social contará con un baño, comedor, cocina y sala de entretenimiento de manera continua un mirador a cielo abierto tipo (asoleadero).



Obras del plano arquitectónico de la distribución de las obras del área social.



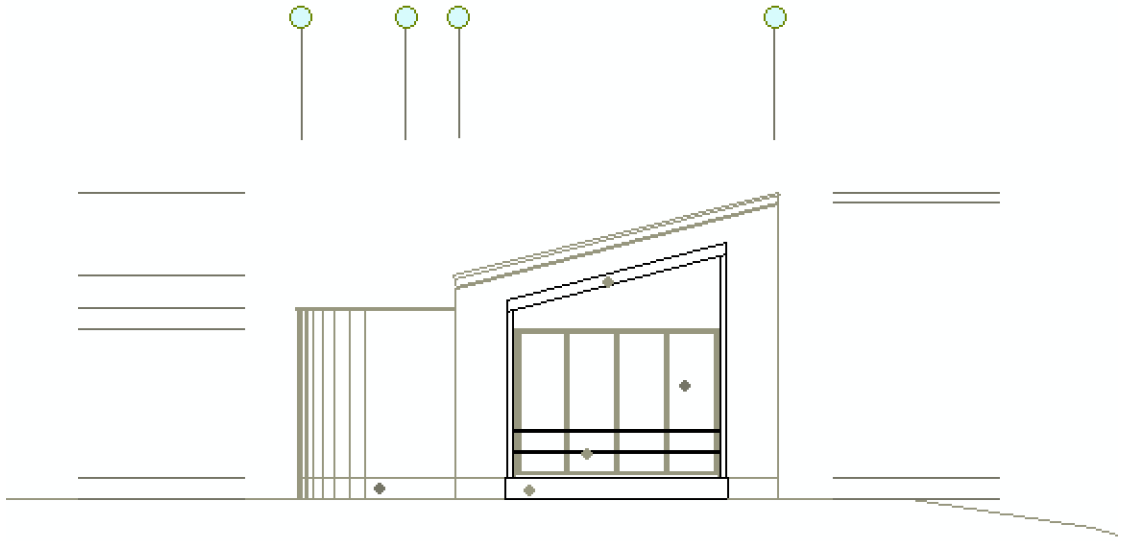
PLANO DE ELEVACION

VISTA POSTERIOR



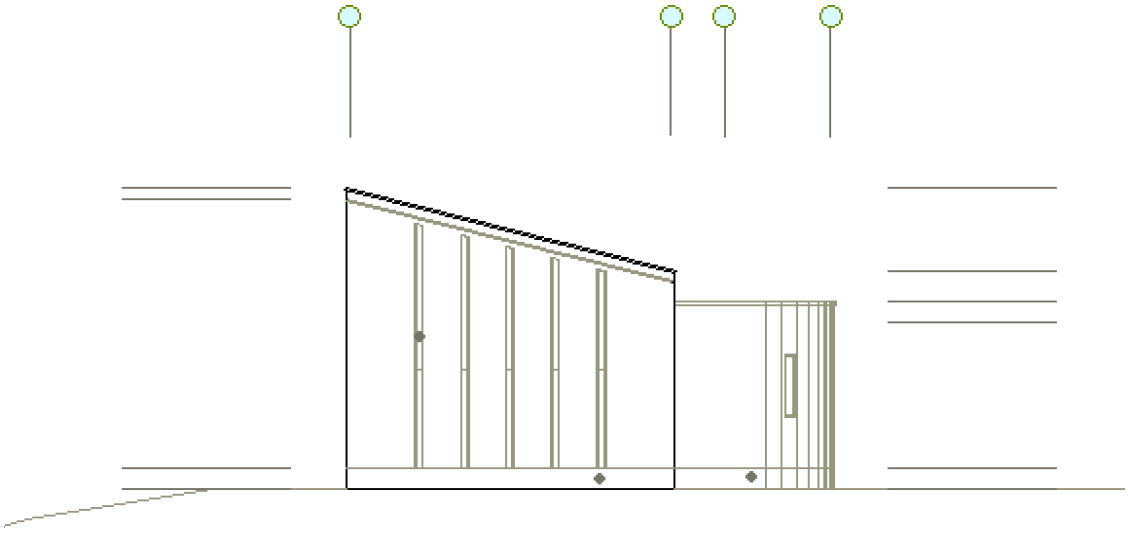
PLANO DE ELEVACION

VISTA POSTERIOR



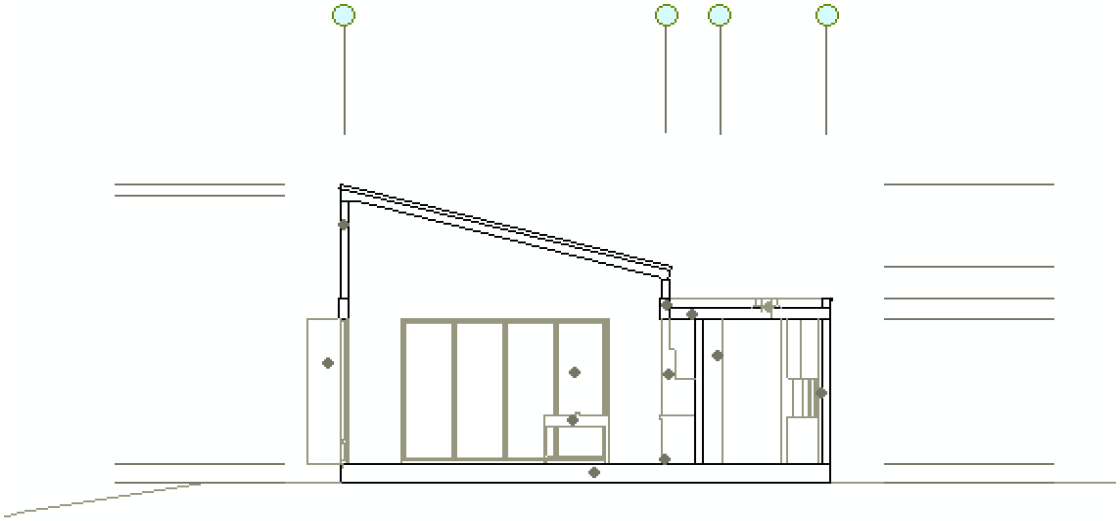
PLANO DE ELEVACION

VISTA LATERAL I



PLANO DE ELEVACION

VISTA LATERAL D



PLANO DE CORTE

VISTA LATERAL D

2.2.1. Instalaciones y servicios:

a) Electricidad

La instalación eléctrica se realizará de acuerdo con las cargas y necesidades de consumo de la vivienda y las instalaciones de la misma. En el sitio se utilizarán focos ahorradora y lámparas LED para horrar en el consumo de este tipo de energía. Siendo que en sitio del proyecto existe disponibilidad de servicio por parte de CFE, el proyecto se encontrará conecto a la acometida de la misma.

b) Hidráulicas

El abastecimiento de agua potable se realizará mediante la compra de pipas y el llenado de los receptáculos que almacenarán el vital líquido para el consumo durante la operación del proyecto. Para este fin, el proyecto contará con 3 tinacos, de los cuales 2 de ellos se encontrarán ubicados en la azotea de la vivienda residencial turística y 1 se encontrará sobre el cuarto de servicios, siendo que cada tinaco tendrá una capacidad de 1,100 litros. También se constará con una cisterna con una capacidad de 8,840 litros.

c) Sanitarias

Siendo que en el sitio del proyecto no se cuenta con servicio de drenaje y alcantarillado, la necesidad de contar con instalaciones sanitarias, estos serán cubiertos en su totalidad por parte de la promovente. Para esto se contará con 2 sistemas gemelos consistentes en: trampas de grasas y aceites, como primer filtro para las aguas residuales generadas por el proyecto, mismas que una vez filtradas, pasarán a un Biodigestor ROTOPLAS con capacidad de 1,300 litros, mismo que proporciona tratamiento secundario. Finalmente, cada uno de los 2 biodigestores estará conectado a un campo de oxidación para así tener un tratamiento integral a nivel terciario de las aguas residuales que pudiesen producirse por el proyecto.

NO SE REQUIERE DE INSTALACIONES ESPECIALES PARA EL PROYECTO.

2.3. Programa general de trabajo.

Para las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto se prevé una temporalidad de 3 años esto debido principalmente a la capitalización de la promovente para poder construir la totalidad del proyecto y llevarlo hasta su etapa de operación.

Cabe mencionar que el proyecto tiene contemplado el uso de máximo 20 trabajadores al mismo tiempo, durante toda la etapa de preparación del sitio y construcción, siendo que dicha cantidad podría variar (disminuir) dependiendo de los trabajos específicos que se pudiesen estar desarrollando en un determinado momento.

Atendiendo a un adecuado mantenimiento, y a la resistencia de los materiales de alta calidad con los cuales se edificará el proyecto, se tiene un tiempo de vida estimado de 50 años, para las etapas de operación y mantenimiento.

2.3.1. Programa de Ejecución de Obra

Al momento de realizar el presente estudio, el proyecto no tiene inicio de obras, las actividades que se llevan a cabo son exclusivamente de planeación de obra y de ejecución de trámites y permisos ante la SEMARNAT para la construcción y operación. Dadas las condiciones de la vegetación el trabajo de desmonte y despalme será relativamente rápido, pero se presenta un plazo congruente para complementar las autorizaciones de índole estatal y municipal que se requieren para el desarrollo del proyecto.

Tabla II. 05. Programa general de trabajo.

ETAPAS DEL PROYECTO	AÑOS																		
	1						2						3						50
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	50
Preparación del sitio.																			
Notificación de inicio de actividades																			
Limpieza inicial del predio																			
Delimitación del área de construcción																			
Platica ambiental																			
Monitoreo ambiental preventivo																			
Programa de rescate de flora																			
Programa de rescate de fauna																			
Retiro de vegetación selectiva																			
Colocación de letreros de madera																			
Colocación de contenedores temporales																			
Colocación de baños portátiles móviles																			
Limpieza del sitio																			
Instalaciones generales																			
Instalación eléctrica																			
Instalación hidráulica																			
Instalación sanitaria																			
Instalación hidrosanitaria																			
Instalación pluvial																			
Jardinería																			
Limpieza general de obra																			
Construcción																			
Trazo y nivelación																			

ETAPAS DEL PROYECTO	AÑOS																		
	1						2						3						50
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	50
Preparación de plataformas																			
Transporte de materiales e insumos																			
Edificación de la infraestructura de la vivienda																			
Limpieza general de obra																			
Operación																			
Ocupación de la vivienda																			
Mantenimiento																			
Jardinería																			

2.4. Preparación del sitio.

La totalidad del proyecto consiste en obra nueva, por lo que en el sitio no existen obras que tengan que ser demolidas o retiradas, por tanto, se procederá se describen a continuación:

Delimitación física de las áreas de desmonte y despalme: Se delimitarán físicamente las áreas de desplante con respecto al área arbolada dentro del predio y áreas verdes, así como las áreas colindantes al mismo.

Se colocarán letreros informativos y preventivos relacionados con las actividades de seguridad, peligro, respeto por la flora y la fauna, límites de velocidad y otros que se consideren necesarios para el buen desarrollo de la obra.

Preparación y rescate de especies de flora a rescatar: Para el rescate de individuos de flora con base a la NOM-059-SEMARNAT-2010 (en caso de encontrase en las zonas de trabajo), se procederá a su identificación, marcado y proceso de extracción y traslado hacia áreas de reubicación con vegetación nativa.

Una vez delimitadas las áreas de desplantes y de áreas verdes se procederá a realizar el rescate ecológico de flora.

Rescate de fauna (solo en caso de detectarse): En caso de detectarse individuos de fauna silvestre se procederá a implementar el programa de rescate y su reubicación ya sea en áreas aledañas al predio o donde la autoridad juzgue conveniente.

En el caso de la fauna, un Biólogo o Veterinario se encargará de localizar los especímenes que por diversas razones no tengan posibilidad de desplazamiento cuando inicie el despalme de la vegetación. En estos casos se emplearán técnicas adecuadas de captura y transporte, según el grupo al que pertenezca la especie (reptiles, aves o mamíferos), para reubicarlos en las zonas que aseguren al máximo su sobrevivencia.

Desmonte y despalme de las áreas de desplante previamente señalizadas: El desmonte del predio será dirigido por personal debidamente capacitado de acuerdo a los criterios ambientales que se emitan en las disposiciones oficiales y en la MIA-P del proyecto.

En las áreas liberadas se utilizará machete, hacha y motosierra para el corte de la vegetación en las áreas colindantes con vegetación nativa. Los individuos arbóreos de mayor talla se derribarán hacia las zonas de corte de vegetación y en ningún caso se realizará hacia las zonas de vegetación natural colindante al predio. En el caso de los troncos de árboles, serán seccionados en dimensiones que permitan su traslado por trabajadores hacia zonas de acopio temporal. Los árboles con potencial de aprovechamiento como producto de palizada serán seleccionados para aprovecharse en estructuras constructivas en el mismo proyecto.

Acopio y triturado del material vegetal resultante del desmonte: Los troncos seleccionados obtenidos del derribo direccional se trasladarán a un sitio donde se almacenarán su posterior triturado con la ayuda de un molino a fin de obtener composta para ajardinados o bien el material se retirará a sitios de disposición de residuos sólidos autorizado por la autoridad municipal.

El sitio de almacenamiento tendrá un acceso restringido para evitar que puedan presentarse accidentes o posibles incendios por descuido o negligencia.

Excavación, compactación y nivelación: Las zanjas se realizarán exclusivamente en las áreas de desplante de cimientos de las obras permanentes del proyecto. No se prevé la realización de rellenos, dragados ni desviación de cauces, principalmente porque en el predio no hay señales de escorrentías horizontales debido a la configuración del terreno y a la alta permeabilidad del mismo por lo que no se verán afectadas las escorrentías horizontales originadas por la infiltración al suelo natural de las precipitaciones.

El material producto de la excavación de las zanjas será empleado en las áreas que requieran ser niveladas, principalmente en las zonas de cimentación, sin embargo, no se requerirá de grandes volúmenes de relleno dada la configuración del terreno. El suelo fértil que pudiera llegar a removerse se guardará para su empleo en las áreas verdes. No se prevé sobrantes de material producto del despalme.

2.4.1. Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto.

El proyecto no requiere de obras y servicios de apoyo de importancia, únicamente se requiere de una bodega para el almacenamiento temporal de los materiales de construcción.

Además, se debe anotar que en todo momento estarán prohibidas las actividades de mantenimiento y reparación de la maquinaria que pudiera ser utilizada en la construcción. Por lo que en caso de que esto sea necesario, la maquinaria deberá ser retirada del sitio y transportada hasta alguno de los talleres especializados ubicados en la propia ciudad de Bacalar, o bien, serán enviados hasta la ciudad de Chetumal.

2.5. Etapa de construcción.

Para esta etapa, el proceso constructivo corresponderá al tradicionalmente empleado para la construcción de infraestructura en zonas con riesgo de fenómenos hidrometeorológicos. El método constructivo contempla el uso de cimentación a base de zapatas aisladas sobre las que cargan muros-losas mediante concreto armado, hechos con block marca mitza, mortero.

En cimentación:

- Concreto premezclado o hecho en obra con equipo f´c = 200 Kg/cm^2 TMA 19 mm.
- Concreto premezclado o hecho en obra f´c = 100 kg/cm^2 TMA 19 mm en plantillas.

Columnas:

- Concreto premezclado o hecho en obra con equipo f´c= 200 Kg/cm^2 TMA 19 MM. En columnas.

Trabes, losas macizas, losas de vigueta y bovedilla y rampas de escalera:

- Concreto premezclado o hecho en obra con equipo f´c= 200 Kg/cm^2 TMA 19 MM.

Castillos sólidos:

- Concreto hecho en obra f´c = 200 kg/cm^2.

Castillos ahogados y cerramientos:

- Concreto hecho en obra f´c = 150 kg/cm^2.

Acero en cimentación y superestructura:

- Acero en varillas corrugada Fy = 4200 kg/cm^2.
- Acero de refuerzo del No.2 Fy = 2530 kg/cm^2.
- Malla electrosoldada Fy = 5000 kg/cm^2.

Morteros y blocks:

- Resistencia a la compresión mínima de mortero en muros de carga de 75 kg/cm^2.
- Block hueco tipo intermedio de 3 huecos 15x20x40 cm con resistencia mínima a la compresión de 40 kg/cm^2.

Análisis de cargas:

1. Concreto normal reforzado 2400 kg/m^3.
2. Concreto normal 2200 kg/m^3.
3. Aplanados en muros 2.5 cms esp. 45 kg/m^2.
4. Impermeabilización de losas. 10 kg/m^2.

5. Instalaciones 15 kg/m^2.

6. Losetas de cerámica 35 kg/m^2.

7. Calcreto de 5 cm espesor máximo 100 kg/m^2.

8. Firme de nivelación 4 cm máximo 72 kg/m^2.

Carga Viva: Reglamento de Construcción del Mpio.

Azotea horizontal 100 kg/m^2.

Entrepiso 180 kg/m^2.

Muros Divisorios y de fachada:

1. Muros de block 15x20x40 cm 270 kg/m^2.

2. De Tablaroca o Durock 35 kg/m^2.

Factores de seguridad:

a) Los factores de carga para diferentes combinaciones de acciones que tengan una probabilidad no despreciable de ocurrir:

1. Acciones permanentes y variables (carga FC = 1.40 Muerta + carga viva).
2. Acciones permanentes, variables y accidentales FC = 1.10

b) Factores de resistencia de elementos estructurales:

1. Trabajo a flexión FR = 0.90
2. Trabajo a cortante FR = 0.80
3. Flexo-compresión FR = 0.70

Cimentación

La cimentación es superficial a base cimientos de mampostería de piedra braza de la región asentada con mortero y zapatas aisladas en cargas concentradas.

Revisión acciones de viento.

Clasificación de la estructura según su importancia.

La seguridad necesaria para que una construcción dada cumpla adecuadamente con las funciones para las que se haya destinado puede establecerse a partir de sus niveles de importancia o seguridad. Los niveles de importancia se asocian con velocidades del viento que tengan una probabilidad de ser excedidas y a partir de esta se evalúa la magnitud de las solicitaciones de diseño debidas al viento. El edificio se clasifica como grupo B. Para estas estructuras se recomienda un grado de seguridad moderado. Se encuentran dentro de este grupo aquellas que en caso de fallar

representan un bajo riesgo de pérdida de vidas humanas y que ocasionarían daños materiales de magnitud intermedia.

Clasificación de la estructura según su respuesta ante la acción del viento.

El inmueble se clasifica como Tipo 1. Comprende las estructuras poco sensibles a las ráfagas y a los efectos dinámicos de viento. Incluye las construcciones cerradas techadas con sistemas de cubierta rígidos; es decir, que son capaces de resistir las cargas debidas al viento sin que varié esencialmente su geometría.

Velocidad de diseño.

La velocidad de diseño, VD, es la velocidad a partir de la cual se calculan los efectos de viento sobre la estructura o sobre una componente de esta. La velocidad de diseño, en Km/h, se obtendrá de acuerdo a la siguiente ecuación:

VD = Ft Fa Vr

En donde:

Ft. Es un factor que depende de la topografía del sitio, adimensional.

Fa. El factor que toma en cuenta el efecto combinado de las características de exposición locales, del tamaño de la construcción y de la variación de la velocidad con la altura, adimensional.

Vr. La velocidad regional que le corresponde al sitio en donde se construirá la estructura en Km/h.

En el reglamento de construcciones para el Municipio de Bacalar, se estable que la velocidad de viento regional de 200 km/h, para el diseño de construcciones del grupo B.

Especificaciones de muros de divisorios:

Estos muros son de block de 15x20x40 cm, según especificaciones en planos de albañilería y están confinados por castillos y cadenas que cumplen con los siguientes requisitos de las N.T.C y reglamento de construcción del municipio.

- Las dalas o castillos tendrán como dimensión mínima el espesor del muro. El concreto tendrá una resistencia mínima a la compresión no menor de F´c = 200 kg/cm^2 y el refuerzo longitudinal estará formado por lo menos por tres barras.
- Existirán castillos por lo menos en los extremos de los muros y en puntos intermedios del muro a una separación no mayor de una vez y media su altura, ni 3 m.
- Existirá una dala en todo extremo horizontal de muro, a menos que este último esté ligado a un elemento de concreto reforzado de al menos 15 cm de peralte. Además, existirán dalas en su interior del muro a una separación no mayor de 3 m.
- El mortero en las juntas cubrirá totalmente las caras horizontales y verticales de cada pieza. El espesor de las juntas no excederá de 1.5 cm.
- Durante la construcción de todo muro se tomarán las precauciones necesarias para garantizar su estabilidad en el proceso de construcción.

- En el proceso de obra, se tomarán en cuenta los posibles empujes horizontales por el viento, por lo que los muros deberán estar siempre confinados. El desplome de un muro no será mayor que 0.004 veces.

Acabados:

1. En los muros tanto exteriores como interiores están recubiertos con acabado fino con mortero de cemento, cal y polvo a plomo y regla. Así mismo, en los plafones se termina con un acabado fino a nivel y regla. Todas las aristas serán boleadas sin perfil,
2. Pisos de concreto acabado escobillado en exteriores y piso de mosaico vitrificado en interiores, en los baños lambrín en muros de azulejo.

Instalaciones:

La instalación eléctrica consiste básicamente en salidas de centro de carga para lámparas LED, salidas para contactos y/o apagadores tipo balancín, tapas de plástico a 120 cm de altura N.P.T. en cocinas y baños, y a 40 cm de altura sobre N.P.T. en el resto del edificio oculta en pisos, muros y losa. Todo el cableado es de alambre de cobre de diámetros comerciales THW.

La instalación hidráulica con la que se dota al edificio es con tubería de cobre tipo "M" con longitudes variables y medidas adecuadas con diámetros nominales de ½" hasta 1", con conexiones soldables y piezas especiales roscables de bronce, tinaco de capacidad adecuada en losa de azotea para dotación por gravedad. La instalación sanitaria consiste en tubería de PVC con longitudes variables y diámetros nominales de 2" a 4", con descargas a la red de drenaje consistente Microplanta de tratamiento de aguas residuales tipo Tanque Séptico de doble cámara de digestión anaerobia y filtro para el pulimento.

Personal requerido:

El análisis de los requerimientos de mano de obra calificada y no calificada y el número de trabajadores que se ocuparon por área de trabajo (operativa, administrativa, supervisión, etc.), se muestra en la siguiente Tabla.

Tabla II. 06. Personal requerido en la etapa de construcción.

PERSONAL	CANTIDAD	PERSONAL	CANTIDAD
Topógrafo	1	Ayudantes	5
Contratista	1	Velador	1
Ingeniero	1	Plomero	1
Supervisor	1	Pastero	1
Albañiles	3	Aluminiero	2
Carpintero	1	Jardinero	1
Herrero	1		
Total 20 personas			

Es importante mencionar que no todo el personal se encontrará en el sitio de manera permanente y simultánea, su presencia será acorde al avance gradual de la obra. Se estima que en el sitio se

encontrarán entre 7 y 10 personas por semana trabajando simultáneamente en cada uno de sus oficios en los cuales están especializados.

El personal que será empleado para la construcción del proyecto provendrá de las localidades cercanas como Bacalar, Chetumal y Limones por lo que diariamente regresarán a sus hogares. La mayoría del personal que será contratado para la obra pertenecerá a la plantilla del constructor que estará a cargo de la obra, por lo que trabajan por obra y a destajo, no llevan a sus familias al sitio de la obra y retornan diariamente a la vivienda en su comunidad, por lo que se considera que esta obra no alterará los índices de migración en la zona.

Cabe mencionar que en la bodega de material se dispondrá de un espacio adecuado para que el velador pueda descansar mientras dure la obra y de este modo realizar acciones de vigilancia para evitar que alguien robe material o invada la propiedad.

Debido al bajo número de trabajadores que se empleará en la obra no se prevé que se ocasione con el proyecto una alteración del comportamiento de oferta y demanda de mano de obra en la zona donde se pretende llevar a cabo la construcción. Así como tampoco que el proyecto puede llegar a modificar los patrones de migración y/o la creación de nuevos núcleos poblacionales.

Durante la construcción se utilizarán los materiales básicos para la construcción de edificaciones habitacionales, por lo que serán adquiridos en el comercio local especializado y no causarán desabasto, debido a la moderada magnitud del proyecto. Los materiales serán adquiridos conforme a su utilización, por lo que no es necesario su almacenamiento por largos periodos de tiempo.

En cuanto al personal para operación, al no ofrecerse ningún servicio, puesto que el proyecto consiste en una casa habitación de descanso, no se requerirá de un gran número de personal para la operación, más que en caso de necesitarse, personal de limpieza, jardineros, cocineros y un velador.

Equipo a utilizar en la obra.

Tabla II. 07. Equipo a ser utilizado durante los trabajos de construcción.

EQUIPO A UTILIZAR	MODO DE OPERACIÓN
Camión de volteo	Diésel
Revolvedora de concreto	Electricidad
Camioneta de 1 a 3.5 ton.	Gasolina
Cortadora eléctrica	Electricidad
Planta soldadora	Electricidad
Pipa de agua	Gasolina
Equipo menor	Manual

2.6. Etapa de operación y mantenimiento.

En esta etapa se requerirán acciones comunes de limpieza, reparaciones y mantenimiento en general, todas ellas a realizarse manualmente con utensilios y herramientas básicas sin que medie el uso de maquinaria pesada, productos químicos y/o herbicidas de alta persistencia.

Se verificará periódicamente el adecuado funcionamiento de la micro planta de Tratamiento de Aguas Residuales, el mantenimiento del sistema estará a cargo de personal de la misma empresa proveedora.

Se deberán considerar actividades de protección al entorno, principalmente las necesarias para la prevención de la contaminación, las orientadas al adecuado manejo y disposición de los residuos sólidos y líquidos que se generen en el Proyecto y al tipo de sustancias que se usen en las áreas ajardinadas.

2.7. Descripción de obras asociadas al proyecto.

No se contemplan obras asociadas al proyecto. Todas las obras que se llevarán a cabo se encuentran descritas en apartados anteriores.

2.8. Etapa de abandono del sitio.

El proyecto contempla una vida útil de 50 años, sin embargo, se darán los mantenimientos preventivos y correctivos para alargar la vida de este. Además, las instalaciones provisionales que se hayan implementado en apoyo a la construcción de los elementos del proyecto tendrán que ser retiradas de manera progresiva y de acuerdo con los avances de la obra.

En caso de abandono del sitio, por una contingencia meteorológica o desastre natural, que ponga en riesgo a los habitantes o proyecto o que deje inservibles las instalaciones, se procederá a realizar el desalojo del lugar tomando las medidas necesarias de acuerdo con lo solicitado por las instancias correspondientes.

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

Contaminantes del factor suelo:

- Etapa preparación del sitio.

En esta etapa, los contaminantes al suelo que se pueden generar serán principalmente residuos, por lo cual se tomarán las medidas necesarias para evitar al máximo un descontrol del manejo de los residuos; se prevé la instalación de tambos de 200 lt en puntos estratégicos de la obra, para que los trabajadores depositen sus residuos y al finalizar la jornada se concentren en un área para su almacenamiento temporal, para posteriormente ser llevados al sitio de disposición final que marca la autoridad correspondiente.

- Etapa de Construcción.

Durante esta etapa se dará inicio a las actividades de limpieza, relleno y nivelación del terreno destinado a las obras contempladas en el proyecto, lo que tendrá un efecto directo en la calidad de suelo, por lo que se recomienda que tales tareas se realicen de manera planificada para no alterar más allá de las áreas que soportarán dichas edificaciones.

Como se mencionó en la etapa de preparación del sitio, se mantendrán los tambos de 200 lt debidamente rotulados para el almacenamiento de los residuos generados en la jornada laboral.

Por otra parte, el personal empleado durante esta etapa de la obra podrá estar en periodos puntuales a su máximo, por lo que se generará una cantidad significativa de aguas residuales y desechos sanitarios que podrían ocasionar un impacto adverso al suelo del predio de interés. De acuerdo con el número de personas empleadas se estima una producción aproximada de 24 litros de aguas residuales y hasta 15 Kg. de desechos orgánicos por día laboral. Estos productos deberán ser manejados a través de la instalación de sanitarios portátiles tipo SANIRENT, a razón de 1 sanitario por cada 20 empleados. Además, se deberá llevar a cabo un programa de mantenimiento y limpieza, para evitar que estos depósitos se conviertan en focos de infección.

- Etapa de operación.

En esta etapa se requerirán acciones comunes de limpieza, reparaciones y mantenimiento en general, todas ellas a realizarse manualmente con utensilios y herramientas básicas sin que medie el uso de maquinaria pesada, productos químicos y/o herbicidas de alta persistencia.

Se verificará periódicamente el adecuado funcionamiento de los biodigestores, el mantenimiento del sistema estará a cargo del promovente, siguiendo las especificaciones de las fichas técnicas del sistema Rotoplas, que indica que al menos 1 vez al año se debe purgar el almacenamiento de lodos, el día de la purga deberá estar presente una pipa para manejo y traslado de los lodos a un sitio autorizado de disposición final.

Se deberán considerar actividades de protección al entorno, principalmente las necesarias para la prevención de la contaminación, las orientadas al adecuado manejo y disposición de los residuos sólidos y líquidos que se generen en el Proyecto y al tipo de sustancias que se usen en las áreas ajardinadas.

Contaminantes al factor agua:

- Etapa preparación del sitio.

Durante esta fase no se esperan afectaciones significativas al factor agua, puesto que no se llevarán a cabo excavaciones que pudieran causar una contaminación al manto freático. Además, como ya se mencionó, se contará con baños portátiles y tambos para los residuos para evitar la lixiviación de contaminantes.

- Etapa de Construcción.

Durante esta etapa se realizarán excavaciones para el establecimiento de las obras relacionadas con el proyecto. No obstante, estas actividades no serán factor para promover la afectación del manto freático que se ubica a una profundidad de 7-10 m, mientras que las excavaciones a realizar apenas alcanzarán entre 1 y 4 m de profundidad.

Una de las acciones que pudieran causar contaminación al manto freático son las aguas residuales que generen los trabajadores durante la obra, sin embargo, se contempla la renta de SANIRENT para el uso de los trabajadores, por lo que en todo momento deberá estar prohibida la defecación y micción a ras de piso. Además de que se deberá contar con sanitarios portátiles para el uso de los trabajadores a razón de 1 por cada 20 trabajadores.

- Etapa de operación.

Considerando que el predio de interés se encuentra cercano al cuerpo lagunar de Bacalar, se deberá disponer de un control en el manejo y disposición de los desechos sólidos y las aguas residuales. Por lo que se debe esperar que la operación del proyecto no provoque ningún tipo de contaminación al medio acuático o manto freático de la zona, puesto que se contará con una Microplanta de tratamiento de aguas residuales, la cual cumplirá con la normatividad en materia (NOM-SEMARNAT-001-1996, NOM-SEMARNAT-003-1997).

Contaminantes a la Atmósfera:

- Etapa preparación del sitio.

Durante esta etapa, las modificaciones que pudieran afectar la calidad del aire son mínimas, debido a que las actividades a realizar están referidas a tan solo una cuadrilla de trabajadores que llevarán a cabo estudios topográficos, de visita de campo para la planeación, trazo, etc. Por lo anterior, se requiere del uso de uno o dos vehículos para transporte de personal cuya operación generará gases y humos que irremediablemente deben ser dispuestos a la atmósfera. No obstante, el proyecto se ubica de manera cercana a la carretera federal 307, por lo que existe un tráfico frecuente de vehículos aun en altas horas de la noche. De tal manera que el proyecto no contribuirá de manera significativa a modificar de manera sustancial la calidad del aire.

El desarrollo de estas actividades conjuntamente con el movimiento de personal incrementará el nivel de ruido predominante en la zona. No obstante, y como en el caso anterior, estas modificaciones serán mínimas y no tendrán efectos negativos en el ambiente.

- Etapa de Construcción.

Durante esta etapa se llevarán a cabo la mayor parte de las actividades que pueden afectar el ambiente, mismas que darán inicio con el relleno, nivelación, excavaciones, y la construcción de la infraestructura que requiere el proyecto. Estas actividades ocasionarán una serie de modificaciones a la calidad del aire, ya que con su desarrollo se generarán diversas partículas de polvo y gases. Los polvos provendrán de las actividades constructivas donde se empleen materiales particulados.

El desarrollo de estas actividades juntamente con el movimiento de personal incrementará el nivel de ruido natural predominante en la zona. En esta etapa se podrá contar con la plantilla completa de trabajadores, la cual puede ascender hasta 20 empleados, por lo que se incrementará el volumen de residuos sanitarios, los cuales si no se disponen adecuadamente podrían afectar la atmósfera y la calidad de vida.

- Etapa de operación.

Los impactos que se pueden generar en la atmósfera durante la fase de operación se relacionan con un ligero incremento en la generación de gases y humos debido al uso de los vehículos de los propietarios y de la preparación de alimentos. No obstante, este fenómeno se considera mínimo y dentro de lo permisible.

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

Los desechos sólidos y líquidos que se generarán durante la ejecución del presente proyecto tendrán la disposición, tratamiento y destino final que se detalla en los siguientes rubros:

- Residuos sólidos de carácter doméstico.

Los residuos sólidos orgánicos serán confinados en recipientes de plástico y contenedores metálicos con tapa hermética para su posterior envío al relleno sanitario del Municipio de Bacalar. Para acceder al relleno sanitario se toma la carretera federal 307, a medio km al norte de la localidad de Bacalar se presenta la flexión al Oeste, con el entronque de la carretera a la comunidad de Reforma, se toma esta carretera estatal hasta recorrer 4.0 km, donde se encuentra el acceso, el cual se tiene que recorrer una distancia de 1,200 metros hasta llegar al límite del relleno sanitario tipo D. Dicho relleno sanitario se encuentra a 4.1 km lineales del predio del proyecto. Así mismo, se plantea realizar la separación de materiales reciclables para ser enviados a centros de acopio autorizados.

- Residuos sólidos de carácter constructivo.

Los desechos de materiales constructivos serán confinados en tambores metálicos de 200 litros para su posterior traslado al área que señale la autoridad competente en la materia, o en su defecto, los desechos serán enviados al relleno sanitario del municipio de Bacalar. En aquellos casos que los desechos sean de tamaño considerable, serán confinados en un sitio destinado para ello, situado de manera temporal en uno de los extremos del predio, para su posterior traslado al sitio de disposición final. Aquellos materiales que sean susceptibles de ser reciclados como lo son el aluminio, cobre, cartón, etc., se evaluará la posibilidad de almacenarlos de manera temporal, para su posterior traslado a algún centro de acopio de materiales para reciclaje.

- Aguas residuales generadas durante el proceso constructivo.

Durante la etapa de construcción de la obra se establecerán una serie de sanitarios portátiles, ubicados en las cercanías de las zonas de trabajo a razón de 1 sanitario por cada 20 trabajadores. El mantenimiento estará a cargo de una empresa arrendadora de la región (supervisado por la empresa promovente), quien se encargará de retirar las aguas acumuladas diariamente y trasladarlas a una planta de tratamiento autorizada. O en su defecto, los trabajadores podrán utilizar los baños que ya se encuentran en el predio.

- Aguas residuales durante la etapa de operación.

Especificaciones del sistema integral de tratamiento de aguas residuales que se empleará en la operación del proyecto "Casa Lozano Gastón":

En el sitio del proyecto, se carece del servicio sanitario y, para satisfacer este requerimiento se instalarán en el sitio dos sistemas de tratamiento para las aguas residuales generadas por la operación del proyecto, mismos que consistirán en un biodigestor autolimpiable marca Rotoplas, mismo que proporcionará tratamiento hasta nivel secundario, y que a su vez se encontrarán conectadas a dos campos de oxidación, completando así el tratamiento terciario de las aguas residuales.

Cabe hacer mención que se contará con una trampa de grasas y aceites a la salida de las tarjas de la cocina, desde la que; junto con las aguas negras, grises y/ jabonosas, pasarán directamente hacia los biodigestores autolimpiables (tratamiento primario y secundario), para el efluente pretratado, posteriormente, pase hacia los campos de infiltración para propiciar el tratamiento terciario.

Características del Biodigestor Autolimpiable marca Rotoplas 1300.

De acuerdo con el certificado de calidad de los biodigestores Rotoplas, cada elemento con capacidad de 1,300 litros esta dimensionado para una capacidad nominal de 10 usuarios por lo que cada sistema está sobredimensionado de manera voluntaria dado que este sistema proporcionará servicio a toda la vivienda.

El sistema de biodigestores Rotoplas cuenta con el certificado, opción 2 de certificación, en cumplimiento de la NOM-006-CNA-1997. **Favor de consultar los anexos de este sistema*.

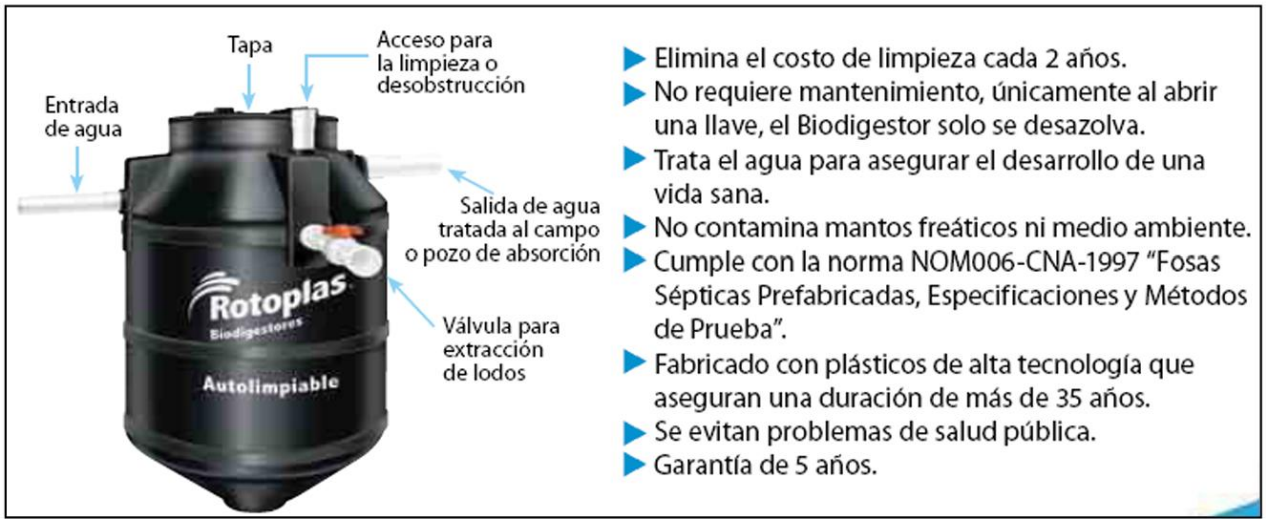
- Funcionamiento:

El agua residual que entra a la cámara lleva sólidos pesados, que se depositan en el fondo formando una capa de lodo, y sólidos livianos que flotan y generan una costra en la superficie del agua. Entre una y otra capa queda una fase líquida. El lodo y la costra quedan retenidos y no salen con el efluente. En la cámara se retiene hasta el 80 % de los sólidos que arrastra el agua residual, los que serán digeridos por las bacterias que allí se desarrollan. Aunque el agua que sale de la cámara se vea clara, contiene microorganismos patógenos, nutrientes y otros contaminantes.

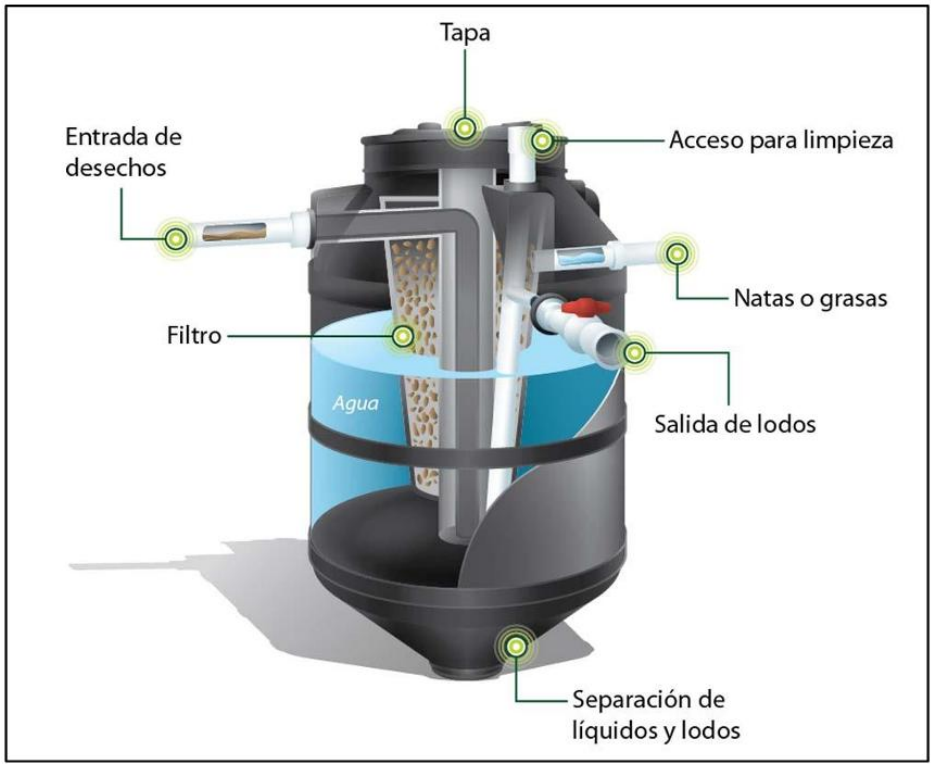
1. El agua entra por el tubo #1 hasta el fondo, donde las bacterias empiezan la descomposición, luego sube y una parte pasa por el filtro #2.
2. Las grasas suben a la superficie, donde las bacterias las descomponen, volviéndose gas líquido o lodo pesado que cae al fondo.
3. La materia orgánica que se escapa es atrapada por las bacterias fijadas en los arcos de plástico del filtro y luego, ya tratada, sale por el tubo #3.

- Limpieza y mantenimiento:

1. Abriendo la válvula #4 el lodo alojado en el fondo sale por gravedad: se puede extraer de preferencia cada seis meses.
2. Si se observa que sale con dificultad, puede hurgar con un palo de escoba en el tubo #5.
3. Es recomendable limpiar el filtro echando agua con una manguera después de una desobstrucción y de haber extraído lodos.
4. Las costras de material formadas a través de los aros del filtro se desprenden solas al quedar engrosadas.



Flujo de aguas en tratamiento dentro del biodigestor.



Características del biodigestor.

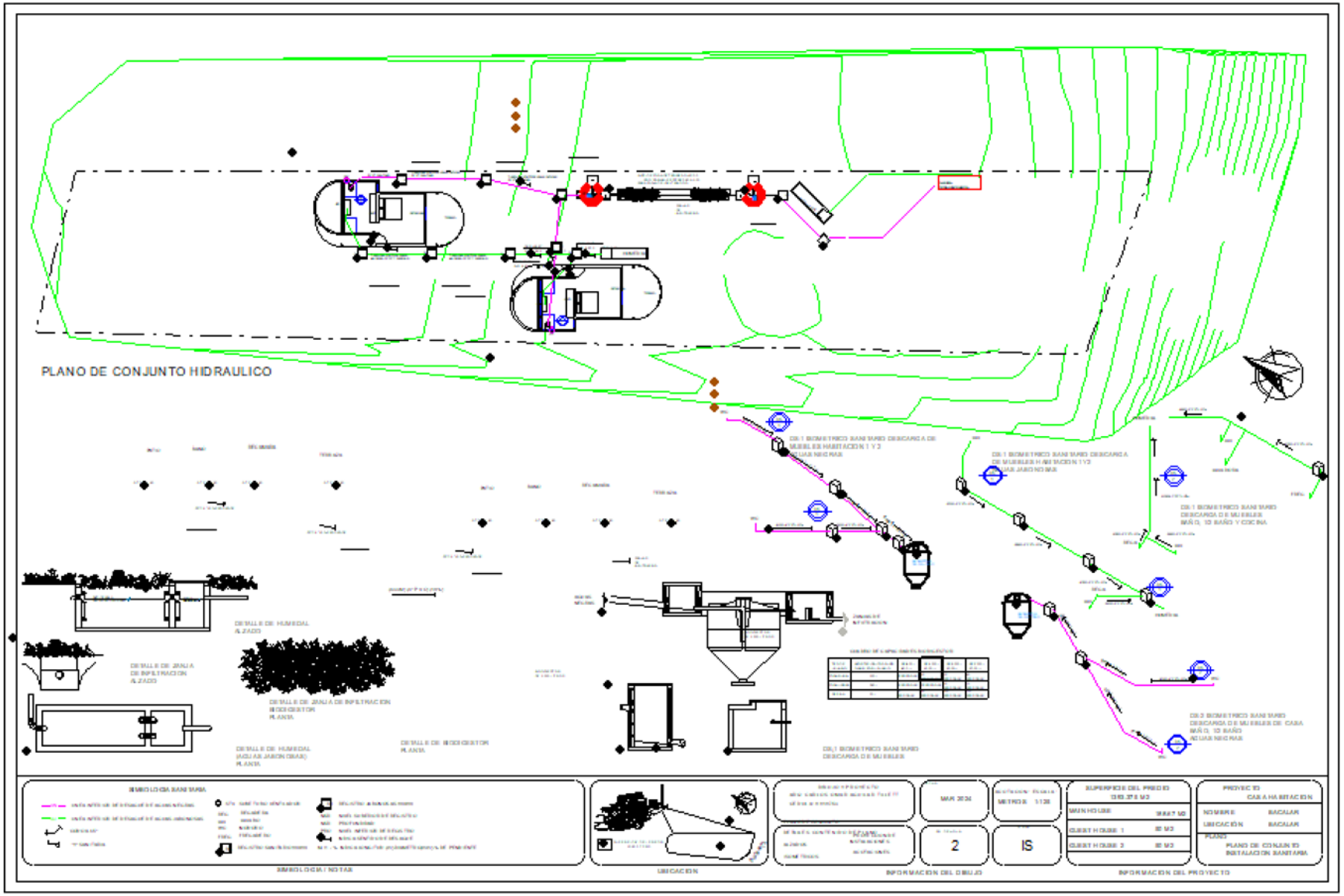


Imagen II. 06. Ubicación del sistema integral de tratamiento de aguas residuales

Campo de oxidación

Una vez que se ha alcanzado el tratamiento a nivel secundario con el biodigestor autolimpiable, el efluente será dirigido hacía dos campos de oxidación, siendo que se presenta como sinónimos de este sistema los términos campo de infiltración, campo de oxidación o zanjas de infiltración, siendo que mediante este sistema se proporcionará un tratamiento a nivel terciario de las aguas residuales, por lo que a continuación se presentan sus características:

El tratamiento y disposición de aguas residuales en campos de oxidación no es una ecotecnología nueva. Aunque es poco conocida y usada, este método se utiliza en muchos países para instalaciones que incluyen casas particulares, grupos de dos o tres casas, campings, hosterías, recreos, etc., ubicados en lugares fuera del alcance de servicios de cloacas centralizados y donde las características del suelo son adecuadas. Su difusión, en virtud de su construcción simple y su bajo costo, crece año a año y constituye una solución a largo plazo para el problema de las aguas residuales.

La Agencia Ambiental de Estados Unidos (USEPA), país donde hay más de 20 millones de casas que usan campos de oxidación, reconoce que no son instalaciones temporarias a ser reemplazadas por servicios centralizados, sino que, por el contrario, “son una opción más económica y a largo plazo para alcanzar los objetivos de salud pública y calidad de aguas, particularmente en zonas rurales”.

El agua residual que sale de la cámara séptica del biodigestor pasa y se distribuye por el terreno de infiltración. Este consiste en una red de caños perforados, colocados en zanjas rellenas con material poroso (que puede ser grava o piedra partida) y tapadas con tierra. El agua sale por las perforaciones de los caños y pasa a través del material de relleno donde colonias de microorganismos absorben y digieren los contaminantes. Finalmente llega al fondo de las zanjas y penetra en el suelo.

Las aguas del efluente no contienen oxígeno disuelto (condición que requiere la flora bacteriana anaeróbica para ejercer su acción desintegrante), pero si se favorece su contacto con el aire, el oxígeno se absorbe rápidamente permitiendo la oxidación de los sólidos disueltos, mejorando su calidad.

Las bacterias aerobias efectúan este nuevo proceso. La materia orgánica se mineraliza y en las aguas oxidadas es menos probable que perduren los gérmenes patógenos. Es por tanto recomendable, si se requiere aprovechar el proceso séptico, la oxidación del efluente.

El campo de oxidación se llama así porque en él se completa el tratamiento de los efluentes con otro tipo de bacterias que viven en presencia de aire. Algunas plantas que se desarrollan en este terreno cumplen la doble función de aportar oxígeno al sustrato y absorber los nutrientes orgánicos como es el caso de las cañas y otros vegetales palustres.

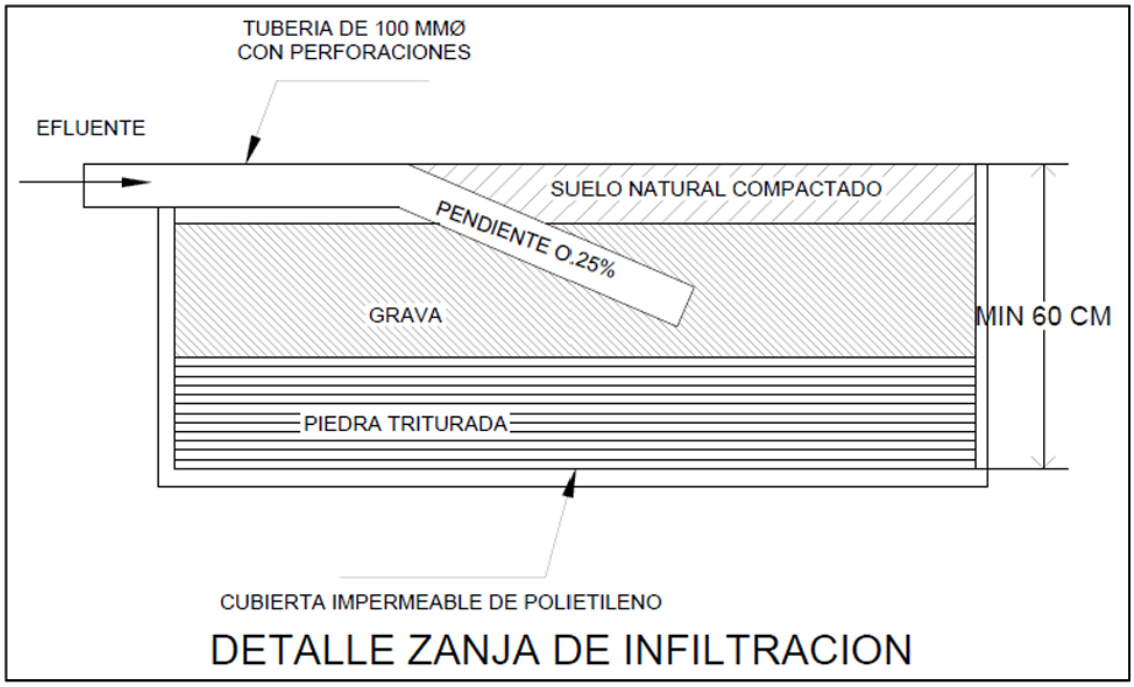


Diagrama de zanja de infiltración

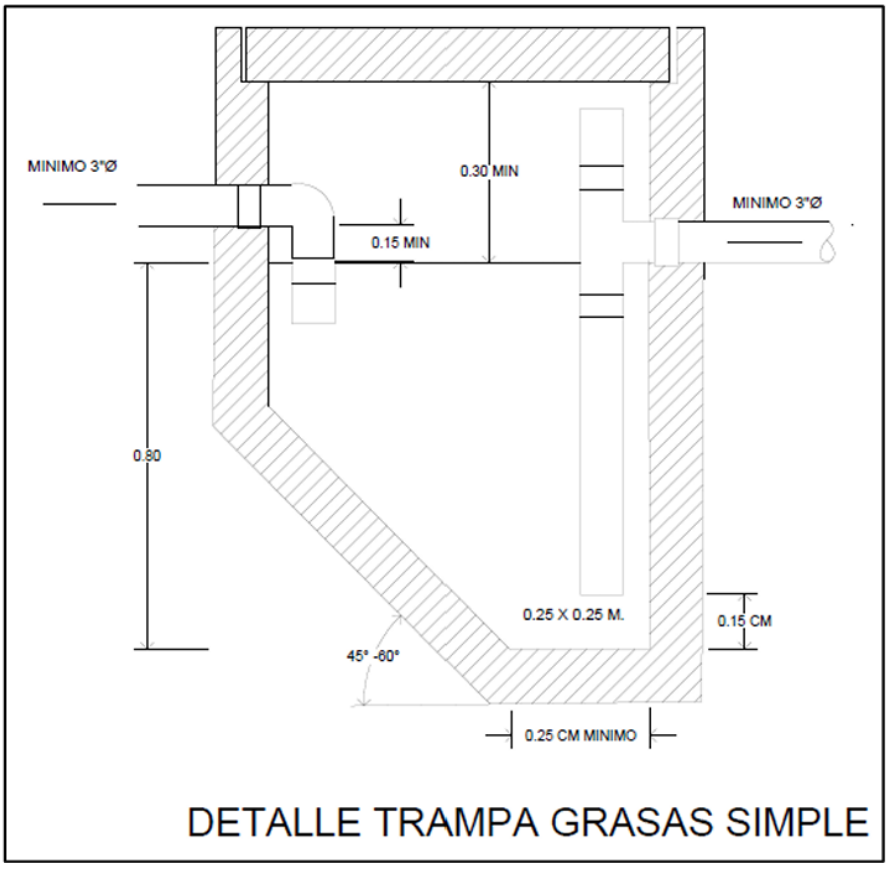


Diagrama de trampas de grasas.

2.11. Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos durante la etapa de Operación

La principal infraestructura para el manejo de residuos es:

- 1 cisterna con capacidad para 8,840 litros localizada debajo del cuarto de servicios,
- 2 tinacos con capacidad de 1,100 litros, 1 localizado en la azotea del edificio del área social y uno localizado en la azotea del cuarto de servicios.
- un sistema integral de tratamientos de aguas residuales consistentes en biodigestores conectados a campos de oxidación para proporcionar un tratamiento terciario.
- Un área de transferencia que será el centro de acopio para un tambo de 50 lts en donde se almacene la basura del proyecto localizada en el cuarto de servicios y patio de tendido
- Botes de basura en suficiencia, con separaciones por tipo de residuos, en áreas estratégicas al interior de cada una de las áreas de la vivienda y uno sobre la vialidad de la prolongación del Boulevard Aarón Merino Fernández de paso para los transeúntes y vecinos,
- Trampa de grasas y aceites para el efluente de la cocina para que no se dañe el adecuado funcionamiento del biodigestor.
- Un punto establecido a la entrada del predio, en el acceso, para que el camión del servicio del Proyecto o del servicio de limpia del Ayuntamiento pueda recoger los residuos ya clasificados.
- Clasificación y separación de residuos.
- Donación o venta de residuos reusables o reciclables.

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DE SUELO.

3.1. ORDENAMIENTOS JURÍDICOS FEDERALES.

De conformidad con los ordenamientos jurídicos federales aplicables al proyecto, a continuación, se presenta el fundamento jurídico en el cual se sustenta el planteamiento del proyecto denominado **"Casa Lozano Gastón":**



CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS, publicada en el D.O.F. el 05 de febrero de 1917, última reforma en el D.O.F. el 15 de abril de 2025:

Se trata del instrumento jurídico rector de la vida nacional, en el cual quedan claramente establecidos los poderes y órdenes de gobierno, sus relaciones y alcances, incluyendo a la sociedad. Además, sienta las bases generales que normarán la vida política nacional, mismas que derivan en la elaboración de las leyes generales para detallar específicamente la forma de su aplicación, considerando las relaciones antes mencionadas.

De los artículos contenidos en la Constitución aplicables al desarrollo del proyecto, están los siguientes:

Artículo 1°. - *En los Estados Unidos Mexicanos todas las personas gozarán de los derechos humanos reconocidos en esta Constitución y en los tratados internacionales de los que el Estado Mexicano sea parte, así como de las garantías para su protección, cuyo ejercicio no podrá restringirse ni suspenderse, salvo en los casos y bajo las condiciones que esta Constitución establece.*

Las normas relativas a los derechos humanos se interpretarán de conformidad con esta Constitución y con los tratados internacionales de la materia favoreciendo en todo tiempo a las personas la protección más amplia.

Todas las autoridades, en el ámbito de sus competencias, tienen la obligación de promover, respetar, proteger y garantizar los derechos humanos de conformidad con los principios de universalidad, interdependencia, indivisibilidad y progresividad. En consecuencia, el Estado deberá prevenir, investigar, sancionar y reparar las violaciones a los derechos humanos, en los términos que establezca la ley (…)

Vinculación:

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos es el máximo ordenamiento en el País. Es así como esta Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular para el proyecto denominado "Casa Lozano Gastón" actuará de manera íntegra, respetando los Derechos Humanos de cada uno de los trabajadores y personas en el cual se relacione el proyecto, dando cumplimiento con lo establecido en el presente artículo.

Artículo 4º.- *"La mujer y el hombre son iguales ante la ley. Ésta protegerá la organización y el desarrollo de las familias. El Estado garantizará el goce y ejercicio del derecho a la igualdad sustantiva de las mujeres.*

Toda persona tiene derecho a decidir de manera libre, responsable e informada sobre el número y el espaciamiento de sus hijos.

Toda persona tiene derecho a la alimentación nutritiva, suficiente y de calidad. El Estado lo garantizará. México es centro de origen y diversidad del maíz, que es un elemento de identidad nacional, alimento básico del pueblo de México y base de la existencia de los pueblos indígenas y afromexicanos. Su cultivo en el territorio nacional debe ser libre de modificaciones genéticas producidas con técnicas que superen las barreras naturales de la reproducción o la recombinación, como las transgénicas. Todo otro uso del maíz genéticamente modificado debe ser evaluado en los términos de las disposiciones legales para quedar libre de amenazas para la bioseguridad, la salud y el patrimonio biocultural de México y su población. Debe priorizarse la protección de la biodiversidad, la soberanía alimentaria, su manejo agroecológico, promoviendo la investigación científica-humanística, la innovación y los conocimientos tradicionales.

Toda Persona tiene derecho a la protección de la salud. La Ley definirá las bases y modalidades para el acceso a los servicios de salud y establecerá la concurrencia de la Federación y las entidades federativas en materia de salubridad general, conforme a lo que dispone la fracción XVI del artículo 73 de esta Constitución. La Ley definirá un sistema de salud para el bienestar, con el fin de garantizar la extensión progresiva, cuantitativa y cualitativa de los servicios de salud para la atención integral y gratuita de las personas que no cuenten con seguridad social.

Para garantizar el derecho de protección a la salud de las personas, la ley sancionará toda actividad relacionada con cigarrillos electrónicos, vapeadores y demás sistemas o dispositivos análogos que señale la ley; así como la producción, distribución y enajenación de sustancias tóxicas, precursores químicos, el uso ilícito del fentanilo y demás drogas sintéticas no autorizadas.

Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley.

Queda prohibido el maltrato a los animales. El Estado mexicano debe garantizar la protección, el trato adecuado, la conservación y el cuidado de los animales, en los términos que señalen las leyes respectivas.

Toda persona tiene derecho al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible. El Estado garantizará este derecho y la ley definirá las bases, apoyos y modalidades para el acceso y uso equitativo y sustentable de los recursos hídricos, estableciendo la participación de la Federación, las entidades federativas y los municipios, así como la participación de la ciudadanía para la consecución de dichos fines.

Toda persona tiene derecho a disfrutar de vivienda adecuada. La Ley establecerá los instrumentos y apoyos necesarios a fin de alcanzar tal objetivo.

Toda persona tiene derecho a la identidad y a ser registrado de manera inmediata a su nacimiento. El Estado garantizará el cumplimiento de estos derechos. La autoridad competente expedirá gratuitamente la primera copia certificada del acta de registro de nacimiento.

En todas las decisiones y actuaciones del Estado se velará y cumplirá con el principio del interés superior de la niñez, garantizando de manera plena sus derechos. Los niños y las niñas tienen derecho a la satisfacción de sus necesidades de alimentación, salud, educación y sano esparcimiento para su desarrollo integral. Este principio deberá guiar el diseño, ejecución, seguimiento y evaluación de las políticas públicas dirigidas a la niñez.

Los ascendientes, tutores y custodios tienen la obligación de preservar y exigir el cumplimiento de estos derechos y principios.

El Estado otorgará facilidades a los particulares para que coadyuven al cumplimiento de los derechos de la niñez.

Toda persona tiene derecho al acceso a la cultura y al disfrute de los bienes y servicios que presta el Estado en la materia, así como el ejercicio de sus derechos culturales. El Estado promoverá los medios para la difusión y desarrollo de la cultura, atendiendo a la diversidad cultural en todas sus manifestaciones y expresiones con pleno respeto a la libertad creativa. La ley establecerá los mecanismos para el acceso y participación a cualquier manifestación cultural.

Toda persona tiene derecho a la cultura física y a la práctica del deporte. Corresponde al Estado su promoción, fomento y estímulo conforme a las leyes en la materia.

La Federación y las entidades federativas garantizarán la entrega de una pensión no contributiva a las personas con discapacidad permanente menores de sesenta y cinco años, en los términos que fije la ley.

El Estado garantizará la rehabilitación y habilitación de las personas que viven con discapacidad permanente, dando prioridad a las personas menores de dieciocho años de edad, en términos que fije la ley.

Las personas adultas mayores de sesenta y cinco años tienen derecho a recibir por parte del Estado una pensión no contributiva en los términos que fije la ley.

A las personas con discapacidad permanente menores de sesenta y cinco años les corresponde la pensión no contributiva por discapacidad, y a todas las personas mayores de esa edad les corresponde la pensión no contributiva de adultos mayores.

El Estado establecerá un sistema de becas para las y los estudiantes de todos los niveles escolares del sistema de educación pública, con prioridad a las y los pertenecientes a las familias que se encuentren en condición de pobreza, para garantizar con equidad el derecho a la educación.

Toda persona tiene derecho a la movilidad en condiciones de seguridad vial, accesibilidad, eficiencia, sostenibilidad, calidad, inclusión e igualdad.

El Estado promoverá el desarrollo integral de las personas jóvenes, a través de políticas públicas con enfoque multidisciplinario, que propicien su inclusión en el ámbito político, social, económico y cultural del país. La Ley establecerá la concurrencia de la Federación, entidades federativas, Municipios y demarcaciones territoriales de la Ciudad de México, para esos efectos.

Toda persona tiene derecho a vivir una vida libre de violencias, el Estado tiene deberes reforzados de protección con las mujeres, adolescentes, niñas y niños. La ley definirá las bases y modalidades para garantizar su realización de conformidad con lo previsto en los artículos 21, párrafo noveno y 73, fracción XXI, penúltimo párrafo de esta Constitución.

El Estado destinará anualmente los recursos presupuestarios suficientes y oportunos, conforme al principio de progresividad, para garantizar los derechos establecidos en este artículo que impliquen la transferencia de recursos directos hacia la población destinataria. El monto de los recursos asignados no podrá ser disminuido, en términos reales, respecto del que se haya asignado en el ejercicio fiscal inmediato anterior."

VINCULACIÓN.

El proyecto se fundamenta en este artículo, puesto que el proyecto consiste en una casa-habitación, con las características descritas en el párrafo noveno de este artículo, siendo que los ocupantes finales del proyecto "Casa Lozano Gastón", proveerán con sus propios recursos, la edificación de una vivienda adecuada y acorde con los lineamientos de los instrumentos de ordenación aplicables al predio.

En este sentido y como parte del cumplimiento del proyecto, se presente la Manifestación de impacto ambiental, con el fin de que la secretaria establezca disposiciones a seguir para que el proyecto cumpla con todo lo requerido en las leyes aplicables en torno a él.

Es así como en el presente documento se identifican los impactos ambientales potenciales a generarse por el desarrollo del proyecto y se proponen a la autoridad las medidas ambientales tendientes a prevenir y mitigar su efecto negativo en el medio ambiente. Lo anterior tiene la finalidad de brindar los elementos suficientes a la autoridad para que evaluase los posibles efectos de la ejecución del proyecto sobre el ecosistema y dictamine de manera fundada y motivada la procedencia de su ejecución bajo alguno de los términos establecidos en el artículo 35 de la LGEEPA.



LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE, publicada en el D.O.F. el 28 de enero de 1988, última reforma publicada en el D.O.F. el 01 de abril de 2024:

ARTÍCULO 28.- *"La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las*

siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

…

IX.- Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros;

X.- Obras y actividades en humedales, ecosistemas costeros, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales. En el caso de actividades pesqueras, acuícolas o agropecuarias se estará a lo dispuesto por la fracción XII de este artículo;

XI. Obras y actividades en áreas naturales protegidas de competencia de la Federación;

…"

VINCULACIÓN.

El proyecto corresponde al desarrollo de una vivienda en un ecosistema colindante con una laguna, por lo que requiere previamente de evaluación en materia de impacto ambiental, por parte de la Autoridad competente en la materia.



REGLAMENTO DE LA LGEEPA EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL, publicado en el D.O.F. el 30 de mayo de 2000, última reforma publicada el 31 de octubre de 2014:

CAPÍTULO II DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES QUE REQUIEREN AUTORIZACIÓN EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL Y DE LAS EXCEPCIONES

Artículo 5o.- "*Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:*

…

Q) DESARROLLOS INMOBILIARIOS QUE AFECTEN LOS ECOSISTEMAS COSTEROS:

Construcción y operación de hoteles, condominios, villas, desarrollos habitacionales y urbanos, restaurantes, instalaciones de comercio y servicios en general, marinas, muelles, rompeolas, campos de golf, infraestructura turística o urbana, vías generales de comunicación, obras de restitución o recuperación de playas, o arrecifes artificiales, que afecte ecosistemas costeros …;

…

S) OBRAS EN ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS:

Cualquier tipo de obra o instalación dentro de las áreas naturales protegidas de competencia de la Federación …;

…"

VINCULACIÓN.

El proyecto corresponde a un desarrollo inmobiliario en un ecosistema colindante a una laguna, por lo anterior, se trata de obras de competencia federal que requiere previamente la autorización en materia de impacto ambiental, por parte de la Autoridad competente en la materia.

Artículo 11.- *Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de:*

I. *Parques industriales y acuícolas, granjas acuícolas de más de 500 hectáreas, carreteras y vías férreas, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos que alteren las cuencas hidrológicas;*
II. *Un conjunto de obras o actividades que se encuentren incluidas en un plan o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que sea sometido a consideración de la Secretaría en los términos previstos por el artículo 22 de este reglamento;*
III. *Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada, y*
IV. *Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas. En los demás casos, la manifestación deberá presentarse en la modalidad particular.*

Artículo 12.- *La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad particular, deberá contener la siguiente información:*

I. *Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental;*
II. *Descripción del proyecto;*
III. *Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación sobre uso del suelo;*
IV. *Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto;*
V. *Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales;*
VI. *Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales;*
VII. *Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas, y*
VIII. *Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores*

Vinculación:

Se presenta en su Modalidad Particular dado que no se encuentra dentro de los supuestos establecidos por el Artículo 11 del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la

Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental. Además, se acatará lo establecido en el artículo 12 del Reglamento que corresponde a los capítulos que deben llevar la MIA-P del proyecto.

Articulo 51.- *La Secretaría podrá exigir el otorgamiento de seguros o garantías respecto del cumplimiento de las condiciones establecidas en las autorizaciones, cuando durante la realización de las obras puedan producirse daños graves a los ecosistemas.*

Se considerará que pueden producirse daños graves a los ecosistemas, cuando:

I. Puedan liberarse sustancias que al contacto con el ambiente se transformen en tóxicas, persistentes y bioacumulables;
II. En los lugares en los que se pretenda realizar la obra o actividad existan cuerpos de agua, especies de flora y fauna silvestre o especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial;
III. Los proyectos impliquen la realización de actividades consideradas altamente riesgosas conforme a la Ley, el reglamento respectivo y demás disposiciones aplicables, y
IV. Las obras o actividades se lleven a cabo en Áreas Naturales Protegidas.

Vinculación:

En su momento cuando se tenga la autorización de impacto ambiental, se acatará lo establecido con los términos y condicionantes establecidas y se realizará el estudio técnico económico para poder realizar la contratación de la fianza señalada en este artículo, de conformidad con lo establecido por la Autoridad.

LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE, publicada en el D.O.F. el 03 de julio de 2000, última reforma el 20 de mayo de 2021.

La Ley General de Vida Silvestre (LGVS) tiene el objeto de establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción.

Artículo 4o. *Es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses de la Nación.*

Los propietarios o legítimos poseedores de los predios en donde se distribuye la vida silvestre tendrán derechos de aprovechamiento sustentable sobre sus ejemplares, partes y derivados en los términos prescritos en la presente Ley y demás disposiciones aplicables.

Los derechos sobre los recursos genéticos estarán sujetos a los tratados internacionales y a las disposiciones sobre la materia.

VINCULACIÓN:

Se acatará lo establecido en el presente artículo, tomando en cuenta que el proyecto planea llevar a cabo un programa de rescate de flora y fauna, para continuar conservando las especies de fauna y flora que se desarrollan en el predio y garantizar los procesos naturales de la reproducción y permanencia de la vida silvestre.

Artículo 18.- *"Los propietarios y legítimos poseedores de predios en donde se distribuye la vida silvestre tendrán el derecho a realizar su aprovechamiento sustentable y la obligación de contribuir a conservar el hábitat conforme a lo establecido en la presente Ley; asimismo podrán transferir esta prerrogativa a terceros, conservando el derecho a participar de los beneficios que se deriven de dicho aprovechamiento.*

Los propietarios y legítimos poseedores de dichos predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat."

VINCULACIÓN.

Aun cuando la Ley garantiza el derecho para la realización del aprovechamiento sustentable de la vida silvestre, en el proyecto "Casa Lozano Gastón", no se llevará a cabo, en ninguna etapa el aprovechamiento, extracción y/o uso de ningún espécimen faunístico. El listado de medidas contempladas para el control, reducción y mitigación de los impactos establece que se comunicará esta prohibición a los trabajadores de la construcción en el sitio y se pondrá a disposición de la autoridad a toda persona que moleste, cace, perturbe y/o trate de dañar a los individuos animales que pudieran localizar en la zona del proyecto y áreas de influencia.

En cuanto a la obligación de contribuir a la conservación del hábitat, la promovente realizará acciones tendientes al cuidado y preservación de la fauna como lo son: establecer un sistema de iluminación exterior de baja intensidad y con dirección al suelo, limpieza periódica de residuos sólidos, entre otras, que se describen en el apartado correspondiente del presente estudio.

Artículo 31. *Cuando se realice traslado de ejemplares vivos de fauna silvestre, éste se deberá efectuar bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características.*

VINCULACIÓN:

Previo a los trabajos de desmonte se llevará a cabo un programa de ahuyentamiento de fauna y serán reubicados en sitios con características similares al ecosistema en donde fueron encontrados.

Artículo 56.- "*La Secretaría identificará a través de listas, las especies o poblaciones en riesgo, de conformidad con lo establecido en la norma oficial mexicana correspondiente, señalando el nombre científico y, en su caso, el nombre común más utilizado de las especies…"*

Artículo 58.- *"Entre las especies y poblaciones en riesgo estarán comprendidas las que se identifiquen como:*

a) *En peligro de extinción, …;*

b) *Amenazadas, …;*

c) *Sujetas a protección especial, …;"*

VINCULACIÓN:

En el proyecto se consideraron las especies señaladas en este apartado, tomando en cuanto la clasificación de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

 **Decreto por el que se adiciona un Artículo 60 TER; y se adiciona un segundo párrafo al Artículo 99; todos ellos de la Ley General de Vida Silvestre. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1° de febrero de 2007.**

Artículo 60 TER.- *"Queda prohibida la remoción, relleno, trasplante, poda, o cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar; del ecosistema y su zona de influencia; de su productividad natural; de la capacidad de carga natural del ecosistema para los proyectos turísticos; de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje; o bien de las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los corales, o que provoque cambios en las características y servicios ecológicos..."*

VINCULACIÓN.

El proyecto no se pretende desarrollar en un área con presencia de vegetación de manglar, así como tampoco existen drenes o cuerpos de agua que conecten el predio con el ecosistema de manglar. Por lo tanto, en ningún momento se pretende remover, rellenar, transplantar, podar, o realizar cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar. Adicionalmente, la zona de manglar más cercano se ubica a más de 1,727 metros de distancia aproximadamente, siendo esta el manglar de orilla de la Laguna de Bacalar que se encuentra al otro extremo de dicha laguna; por lo tanto, se puede afirmar que el proyecto se encuentra fuera del área de influencia de este ecosistema. Ya que el predio se encuentra en una zona donde predomina la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia.

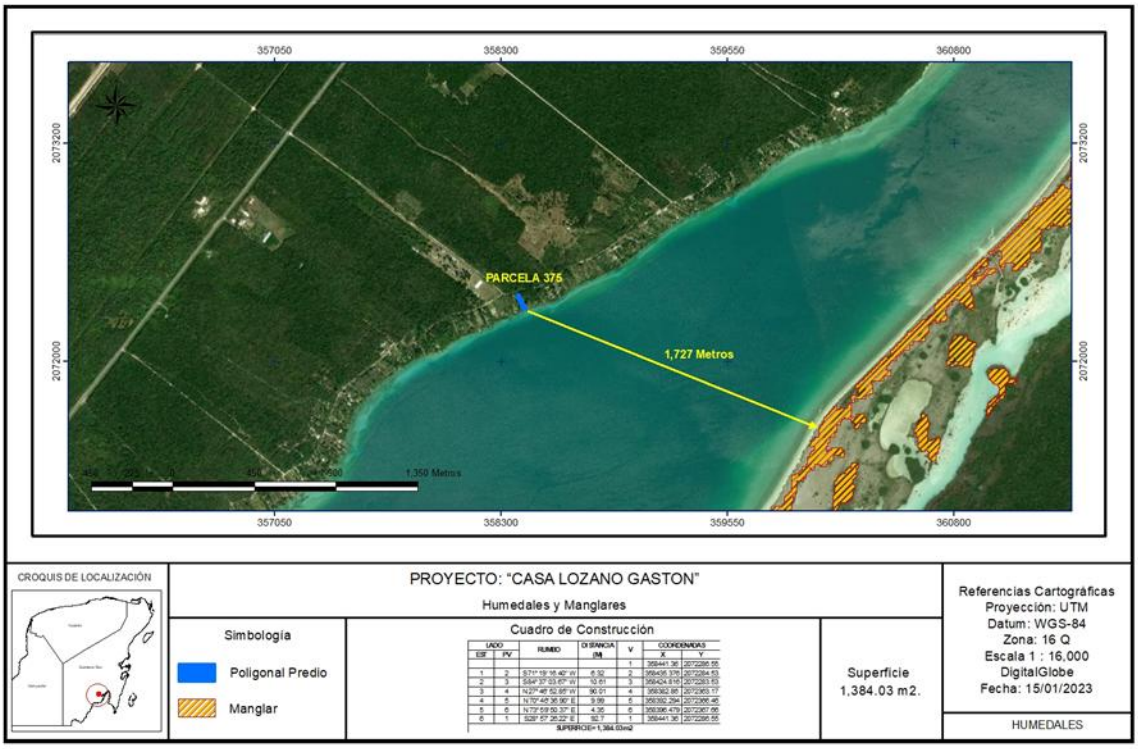


Imagen III. 01. Ubicación del manglar con respecto al predio del proyecto.

Artículo 70.- *"Cuando se presenten problemas de destrucción, contaminación, degradación, desertificación o desequilibrio del hábitat de la vida silvestre, la Secretaría formulará y ejecutará a la brevedad posible, programas de prevención, de atención de emergencias y de restauración para la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales de la vida silvestre, tomando en cuenta lo dispuesto en los artículos 78, 78 BIS y 78 BIS 1 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, y de conformidad con lo establecido en el reglamento y las demás disposiciones aplicables."*

VINCULACIÓN.

Si la Secretaría, dentro de sus obligaciones y atribuciones, en cumplimiento del presente artículo llegase a formular y ejecutar un programa de prevención, atención de emergencia y restauración de la recuperación y restablecimiento de los procesos naturales, la promovente se pone a su disposición para coadyuvar en las acciones que a la ciudadanía y particulares competan.

Artículo 73.- *"Queda prohibido el uso de cercos u otros métodos, de conformidad con lo establecido en el reglamento, para retener o atraer ejemplares de la fauna silvestre nativa que de otro modo se desarrollarían en varios predios. La Secretaría aprobará el establecimiento de cercos no permeables y otros métodos como medida de manejo para ejemplares y poblaciones de especies nativas, cuando así se requiera para proyectos de recuperación y actividades de reproducción, repoblación, reintroducción, traslocación o preliberación."*

VINCULACIÓN.

En el proyecto no se contempla la colocación de cercos para retener o atraer ejemplares de fauna silvestre. En ningún momento se prevé la realización de actividades de aprovechamiento y/o extracción de especímenes de fauna silvestre.

Artículo 99, párrafo segundo. - *"Las obras y actividades de aprovechamiento no extractivo que se lleven a cabo en manglares deberán sujetarse a las disposiciones previstas por el artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente."*

VINCULACIÓN.

En ninguna etapa del Proyecto se realizarán obras o actividades que impliquen el aprovechamiento o afectación de los individuos de mangle en las áreas cercanas al predio y en virtud de que en el predio no existen individuos de mangle.



Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de octubre de 2023, y con una última reforma publicada el 08 de mayo del 2023.

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos tiene por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente adecuado y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su confinamiento y su remediación. Resulta fundamental establecer un manejo integral de los residuos en las diferentes etapas del proyecto, con la finalidad de minimizar la generación de residuos, así como disminuir la liberación al ambiente mediante el manejo integral de residuos para evitar riesgos a la salud y daños a los ecosistemas.

Artículo 12.- *La Federación, por conducto de la Secretaría, podrá suscribir con los gobiernos de las entidades federativas convenios o acuerdos de coordinación, con el propósito de asumir las siguientes funciones, de conformidad con lo que se establece en esta Ley y con la legislación local aplicable:*

I. La autorización y el control de las actividades realizadas por los microgeneradores de residuos peligrosos de conformidad con las normas oficiales mexicanas correspondientes;

II. El control de los residuos peligrosos, de los residuos mineros y de los residuos metalúrgicos que estén sujetos a los planes de manejo, de conformidad con lo previsto en la presente Ley;

III. El establecimiento y actualización de los registros que correspondan en los casos anteriores, y

IV. La imposición de las sanciones aplicables, relacionadas con los actos a los que se refiere este artículo.

VINCULACIÓN:

El proyecto se apegará a lo establecido en el presente articulo dando cumplimiento con el control de residuos peligrosos que se generen durante las etapas de preparación de sitio y construcción y de la etapa operativa del proyecto.

Artículo 27.- *Los planes de manejo se establecerán para los siguientes fines y objetivos:*

I. *Promover la prevención de la generación y la valorización de los residuos, así como su manejo integral, a través de medidas que reduzcan los costos de su administración, faciliten y hagan más efectivos, desde la perspectiva ambiental, tecnológica, económica y social, los procedimientos para su manejo;*
II. *Establecer modalidades de manejo que respondan a las particularidades de los residuos y de los materiales que los constituyan;*
III. *Atender a las necesidades específicas de ciertos generadores que presentan características peculiares;*
IV. *Establecer esquemas de manejo en los que aplique el principio de responsabilidad compartida de los distintos sectores involucrados;*
V. *Alentar la innovación de procesos, métodos y tecnologías, para lograr un manejo integral de los residuos, que sea económicamente factible, y*
VI. *Evitar derrames, infiltraciones, descargas o vertidos accidentales de materiales peligrosos, residuos peligrosos, residuos mineros o residuos metalúrgicos que afecten al medio ambiente y a la salud, mediante propuestas ambientales, tecnológicas, económicas y socialmente viables.*

VINCULACIÓN:

El promovente acata lo dispuesto en el presente articulo y se promoverá la gestión de un plan de manejo de residuos en el ámbito estatal y federal para dar cumplimiento a lo establecido.

Articulo 40.- *Los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven En las actividades en las que se generen o manejen residuos peligrosos, se deberán observar los principios previstos en el artículo 2 de este ordenamiento, en lo que resulten aplicables.*

VINCULACIÓN:

Tal y como lo establece el instrumento en análisis, los residuos peligrosos, en cualquier estado físico, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, inflamables, tóxicas, y biológico-infecciosas, y por su forma de manejo pueden representar un riesgo para el equilibrio ecológico, el ambiente y la salud de la población en general, por lo que el promovente, consciente de ello, y de la obligatoriedad en el cumplimiento de los lineamientos de esta norma oficial mexicana, en cuanto a su veraz identificación, procederá de acuerdo a los mismos, independientemente de las previsiones que se asumirán con la identificación preliminar.

Artículo 41.- *Los generadores de residuos peligrosos y los gestores de este tipo de residuos, deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley.*

VINCULACIÓN:

El proyecto no generará residuos peligros; en un dado caso se llegará a presentar, los cuales será manejadas de forma segura y se contratará a un proveedor que cuente con el permiso para el manejo y disposición final de los residuos peligrosos.

Artículo 42.- *Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos.*

La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de residuos peligrosos por empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador.

Los generadores de residuos peligrosos que transfieran éstos a empresas o gestores que presten los servicios de manejo, deberán cerciorarse ante la Secretaría que cuentan con las autorizaciones respectivas y vigentes, en caso contrario serán responsables de los daños que ocasione su manejo.

VINCULACIÓN:

El proyecto no generará residuos peligrosos.

Artículo 44.- *Los generadores de residuos peligrosos tendrán las siguientes categorías:*

I. Grandes generadores;

II. Pequeños generadores, y

III. Microgeneradores.

VINCULACIÓN:

El promovente no se encuentra dentro de alguna categoría de microgenerador.

Artículo 48.- *Las personas consideradas como microgeneradores de residuos peligrosos están obligadas a registrarse ante las autoridades competentes de los gobiernos de las entidades federativas o municipales, según corresponda; sujetar a los planes de manejo los residuos peligrosos que generen y que se establezcan para tal fin y a las condiciones que fijen las autoridades de los gobiernos de las entidades federativas y de los municipios competentes; así como llevar sus propios residuos peligrosos a los centros de acopio autorizados o enviarlos a través de transporte autorizado, de conformidad con las disposiciones legales aplicables.*

El control de los microgeneradores de residuos peligrosos, corresponderá a las autoridades competentes de los gobiernos de las entidades federativas y municipales, de conformidad con lo que establecen los artículos 12 y 13 del presente ordenamiento.

VINCULACIÓN:

El proyecto no generará residuos peligrosos.

- **Ley General de Cambio Climático. publicada el 06 de junio del 2021 y su última reforma fue el 01 de abril del 2024.**

A continuación se presenta un análisis de la presente ley de los artículos aplicables al proyecto, entre los que destacan dos Políticas Nacionales del Cambio Climático: Adaptación y Mitigación; en relación con el proyecto propuesto y su desarrollo, tomando en consideración el Sistema de Información sobre el Cambio Climático que forma parte del Subsistema Nacional de Información Geográfica, Medio Ambiente, Ordenamiento Territorial y Urbano, ya que dicho sistema integra, actualiza y pone a disposición del público la información estadística, geográfica e indicadores que se genera y está disponible en México sobre temas como: clima, emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero, proyectos de mitigación, vulnerabilidad, riesgos, población y biodiversidad, entre otros.

Artículo 3. Para efectos de esta Ley se entenderá por:

I. Adaptación: Medidas y ajustes en sistemas humanos o naturales, como respuesta a estímulos climáticos, proyectados o reales, o sus efectos, que pueden moderar el daño, o aprovechar sus aspectos beneficiosos.

XXVIII. XXVIII. Mitigación: Aplicación de políticas y acciones destinadas a reducir las emisiones de las fuentes, o mejorar los sumideros de gases y compuestos de efecto invernadero (…)

VINCULACIÓN:

Se tiene por entendido los presentes términos de la ley.

Artículo 29. Se considerarán acciones de adaptación:

I. La determinación de la vocación natural del suelo;

II. El establecimiento de centros de población o asentamientos humanos, así como en las acciones de desarrollo, mejoramiento y conservación de los mismos;

III. El manejo, protección, conservación y restauración de los ecosistemas, recursos forestales y suelos;

IV. La conservación, el aprovechamiento sustentable, rehabilitación de playas, costas, zona federal marítimo terrestre, terrenos ganados al mar y cualquier otro depósito que se forme con aguas marítimas para uso turístico, industrial, agrícola, pesquero, acuícola o de conservación;

V. Los programas hídricos de cuencas hidrológicas;

VI. La construcción y mantenimiento de infraestructura;

VII. La protección de zonas inundables y zonas áridas;

VIII. El aprovechamiento, rehabilitación o establecimiento de distritos de riego;

IX. El aprovechamiento sustentable en los distritos de desarrollo rural;

X. El establecimiento y conservación de las áreas naturales protegidas y corredores biológicos;

XI. La elaboración de los atlas de riesgo;

XII. La elaboración y aplicación de las reglas de operación de programas de subsidio y proyectos de inversión;

XIII. Los programas de conservación y aprovechamiento sustentable de la biodiversidad;

XIV. Los programas del Sistema Nacional de Protección Civil;

XV. Los programas sobre asentamientos humanos y desarrollo urbano;

XVI. Los programas en materia de desarrollo turístico;

XVII. Los programas de prevención de enfermedades derivadas de los efectos del cambio climático, y

XVIII. La infraestructura estratégica en materia de abasto de agua, servicios de salud y producción y abasto de energéticos.

VINCULACIÓN:

I. La determinación de la vocación natural del suelo

Análisis: Conforme al Artículo 3o de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, se define "vocación natural" como:

ARTÍCULO 3o.- Para los efectos de esta Ley se entiende por:

XXXVII. Vocación natural: Condiciones que presenta un ecosistema para sostener una o varias actividades sin que se produzcan desequilibrios ecológicos… (Fracción reformada DOF 07-01-2000. Recorrida DOF 28-01-2011, 04-06-2012).

Con base en lo anterior, se determina que el proyecto no se contrapone con la vocación natural del suelo, toda vez que se apega a los parámetros de aprovechamiento establecido en el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región de la Laguna de Bacalar, al ubicarse dentro de la Unidad de Gestión Ambiental Tu-7 denominada "Costa Bacalar Norte; por lo anterior que el proyecto es compatible con el uso de suelo destinado a esta zona.

Conforme a lo señalado en este apartado, se advierte que el proyecto no se contrapone con la política de adaptación al cambio climático en relación con la vocación natural del suelo, puesto que el proyecto se apega a las normas y parámetros establecidos por los instrumentos de planeación urbana vigentes, que son el órgano rector que establece los usos de suelo permitidos y prohibidos para una zona o región determinada, como es el caso del municipio de Bacalar, Quintana Roo.

II. El establecimiento de centros de población o asentamientos humanos, así como en las acciones de desarrollo, mejoramiento y conservación de los mismos;

Análisis: El proyecto se encuentra regulado por el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región de Laguna de Bacalar, con política ecológica de conservación, teniendo como uso predominante el Turismo hotelero intensivo y de acuerdo con el criterio **CONS-03** Se permite la construcción de vivienda residencial turística, siendo este el objetivo del proyecto; por lo que el proyecto no se contrapone con esta política, toda vez que se apega al esquema de planeación urbana que regula la zona.

III. El manejo, protección, conservación y restauración de los ecosistemas, recursos forestales y suelos;

Análisis: El proyecto se apega a esta política de adaptación, toda vez que promueve múltiples acciones de manejo, protección, conservación y restauración de los ecosistemas y, en consecuencia, de los recursos forestales y de los suelos.

Entre estas acciones que se implementarán, destacan por su importancia las siguientes:

- Programa de composteo de residuos orgánicos
- Programa integral de manejo de residuos sólidos
- Programa de conservación y enriquecimiento de la vegetación nativa
- Programa de rescate de flora
- Programa de rescate de fauna
- Programa de monitoreo de fauna
- Programa de reforestación
- Programa de vigilancia ambiental

IV. La conservación, el aprovechamiento sustentable, rehabilitación de playas, costas, zona federal marítimo terrestre, terrenos ganados al mar y cualquier otro depósito que se forme con aguas marítimas para uso turístico, industrial, agrícola, pesquero, acuícola o de conservación;

Análisis: El proyecto se encuentra dentro de una zona de vegetación secundaria arbórea de Selva Mediana Subperennifolia dentro de la zona suburbana de Bacalar, tal y como lo menciona el POET de la Región de Laguna Bacalar, el proyecto no contempla la rehabilitación de playas, costas, zona federal marítimo terrestre, terrenos ganados al mar y cualquier otro deposito que se forme con aguas marinas.

V. Los programas hídricos de cuencas hidrológicas;

Análisis: esta política de adaptación es completamente atribuible a las instancias gubernamentales competentes, así como a los “organismos de cuenca”, como lo establece el artículo 15 de la Ley de Aguas Nacionales:

“La planificación hídrica es de carácter obligatorio para la gestión integrada de los recursos hídricos, la conservación de recursos naturales, ecosistemas vitales y el medio ambiente. La formulación, implantación y evaluación de la planificación y programación hídrica comprenderá:

I. …

II. Programas Hídricos para cada una de las cuencas hidrológicas o grupos de cuencas hidrológicas en que se constituyan Organismos de Cuenca y operen Consejos de Cuenca, elaborados, consensuados e instrumentados por éstos; en los casos de estados y Distrito Federal que conforme a su marco jurídico desarrollen un programa hídrico estatal apoyado en la integración de la programación local con participación de la sociedad organizada y autoridades locales, dichos programas serán incorporados al proceso de programación hídrica por cuencas y regiones hidrológicas;

VI. La construcción y mantenimiento de infraestructura;

Análisis: con el objetivo de prolongar la vida útil de las obras que pretende el proyecto, se implementarán acciones de mantenimiento preventivo y correctivo durante su operación, en apego a esta política de adaptación.

VII. La protección de zonas inundables y zonas áridas;

Análisis: Conforme al mapa de distribución de las tierras secas de México, que se observa en la siguiente figura III. 01, el sitio del proyecto se ubica dentro del tipo de tierra seca correspondiente a "otros climas", es decir, no corresponde a una zona árida o semiárida.

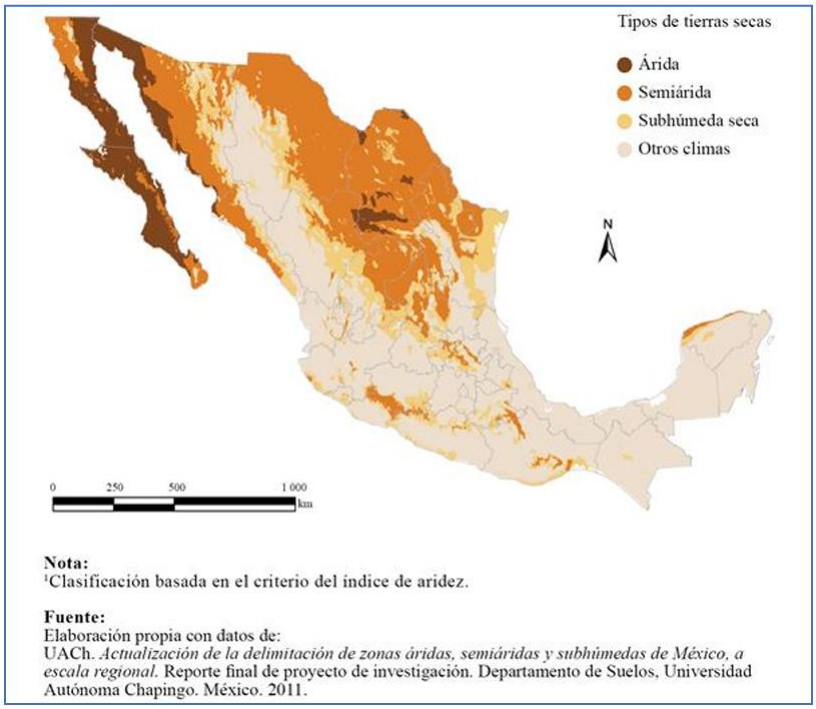


Figura III. 01. Mapa de distribución de las tierras secas de México.

En cuanto a las zonas inundables, conforme al Atlas Nacional, sitúa a la ciudad de Bacalar con un nivel de indicador alto, el sitio del proyecto no presenta esas características debido principalmente a las afectaciones previas, ya que el sitio fue utilizado desde los años 80´s y por lo tanto se realizaron rellenos y remociones de vegetación. Ahora bien, de los recorridos realizados en el sitio no se

detectaron zonas con anegación, así como tampoco especies de vegetación indicadores de zonas inundables, debido a lo antes mencionado no se considera como zona inundable.

VIII. El aprovechamiento, rehabilitación o establecimiento de distritos de riego;

Análisis: Los Distritos de Riego son proyectos de irrigación desarrollados por el Gobierno Federal desde 1926, año de creación de la Comisión Nacional de Irrigación. Las unidades de riego son operadas por ejidatarios y pequeños propietarios. En ese sentido, este apolítica de adaptación compete al gobierno federal.

IX. El aprovechamiento sustentable en los distritos de desarrollo rural;

Análisis: Conforme a la Ley de Desarrollo Rural Sustentable, Artículo 29, los Distritos de Desarrollo Rural serán la base de la organización territorial y administrativa de las dependencias de la Administración Pública Federal y Descentralizada, para la realización de los programas operativos de la Administración Pública Federal que participan en el Programa Especial Concurrente y los Programas Sectoriales que de él derivan, así como con los gobiernos de las entidades federativas y municipales y para la concertación con las organizaciones de productores y los sectores social y privado. En ese sentido, esta política de adaptación no es atribuible al promovente.

X. El establecimiento y conservación de las áreas naturales protegidas y corredores biológicos;

Análisis: El proyecto no se encuentra dentro de ninguna de las Áreas Naturales Protegidas, el sitio presentada afectaciones previas por los usos previos.

XI. La elaboración de las atlas de riesgo;

Análisis: La elaboración de los atlas de riesgo es totalmente atribuible al gobierno federal, así como a los gobiernos estatales y municipales dentro de su circunscripción territorial.

XII. La elaboración y aplicación de las reglas de operación de programas de subsidio y proyectos de inversión;

Análisis: La elaboración y aplicación de las reglas de operación de programas de subsidio y proyectos de inversión; es totalmente atribuible al gobierno federal, así como a los gobiernos estatales y municipales dentro de su circunscripción territorial.

XIII. Los programas de conservación y aprovechamiento sustentable de la biodiversidad;

Análisis: En el proyecto se implementará los siguientes programas en pro de la conservación y aprovechamiento sustentable de la biodiversidad

Entre los que destacan los siguientes programas:

- Programa de composteo de residuos orgánicos
- Programa integral de manejo de residuos sólidos
- Programa de conservación y enriquecimiento de la vegetación nativa

- Programa de rescate de flora
- Programa de rescate de fauna
- Programa de monitoreo de fauna
- Programa de reforestación
- Programa de vigilancia ambiental

XIV. Los programas del Sistema Nacional de Protección Civil;

Análisis: La elaboración de los programas del Sistema Nacional de Protección Civil es totalmente atribuible al gobierno federal, así como a los gobiernos estatales y municipales dentro de su circunscripción territorial.

XV. Los programas sobre asentamientos humanos y desarrollo urbano;

Análisis: La zona donde se ubica el proyecto se encuentra regulada por el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región de Laguna Bacalar, publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del estado de Quintana Roo el 15 de marzo de 2015.

XVI. Los programas en materia de desarrollo turístico;

Análisis: La zona donde se ubica el proyecto se encuentra regulada por el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región de Laguna Bacalar, publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del estado de Quintana Roo el 15 de marzo de 2015, el cual contempla la regulación de usos de suelo para el proyecto.

XVII. Los programas de prevención de enfermedades derivadas de los efectos del cambio climático, y

Análisis: La elaboración de los programas de prevención de enfermedades derivadas de los efectos del cambio climático es totalmente atribuible al gobierno federal, así como a los gobiernos estatales y municipales dentro de su circunscripción territorial.

XVIII. La infraestructura estratégica en materia de abasto de agua, servicios de salud y producción y abasto de energéticos.

Análisis: Corresponde a los municipios y al gobierno federal aportar la infraestructura de servicios en materia de abasto de agua, servicios de salud y producción y abasto de energéticos.

3.2. NORMAS OFICIALES MEXICANAS.

“Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) en materia de impacto ambiental, son una herramienta que permite a la autoridad ambiental establecer requisitos, especificaciones, condiciones, procedimientos, metas, parámetros y límites permisibles que deberán de observarse en regiones, zonas, cuencas o ecosistemas para el aprovechamiento de los recursos naturales, en el desarrollo de actividades económicas, en el uso y destino de bienes, en insumos y en procesos. Además, las NOM desempeñarán un papel esencial en la generación de una atmósfera de certidumbre jurídica y

promueven el cambio tecnológico con la finalidad de lograr una protección más eficiente del medio ambiente." (INE, 2000).

Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. *Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de diciembre del 2010. En el predio no se identificó la presencia de especies flora en estatus.*

VINCULACIÓN.

Durante el desarrollo del proyecto se afectarán exclusivamente las superficies previstas y manifestadas en el presente estudio. Se implementará la supervisión permanente por parte de personal de la empresa para vigilar las áreas a afectar y evitar el daño innecesario de la vegetación en las zonas de conservación.

Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005. *Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 23 de junio de 2006.*

VINCULACIÓN.

Durante el proceso de construcción y operación del proyecto, no se tienen contemplado el manejo de residuos peligrosos y el manejo de hidrocarburos como combustibles, aceites u otros que sirven para el correcto funcionamiento de motosierras y vehículos de motor, se realizará en sitios adecuados fuera del predio.

Norma Oficial Mexicana NOM-080-SEMARNAT-1994. *Límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición.* publicada en el Diario Oficial de la Federación el 13 de enero de 1995.

VINCULACIÓN.

Los vehículos y maquinaria utilizados en obra serán objeto de mantenimiento periódicamente que incluya el ajuste o cambio de piezas sueltas u obsoletas, para minimizar la generación de ruido durante su operación.

Norma Oficial Mexicana NOM-041-SEMARNAT-2006. *Límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible*. publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de marzo de 2007.

VINCULACIÓN.

Los camiones de volteo que se utilizará para la construcción de la obra deberán contar con el mantenimiento periódico requerido para evitar el desajuste de la alimentación del combustible al

motor, entre otros aspectos, necesario para prevenir y controlar las emisiones de opacidad del humo.

Norma Oficial Mexicana NOM-045-SEMARNAT-2006. *Protección ambiental. - vehículos en circulación que usan diésel como combustible.- límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición*. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 13 de septiembre de 2007.

VINCULACIÓN.

Los camiones de volteo que se utilizará para la construcción de la obra deberán contar con el mantenimiento periódico requerido para evitar el desajuste de la alimentación del combustible al motor, entre otros aspectos, necesario para prevenir y controlar las emisiones de opacidad del humo.

Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003. *Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 10 de abril 2003.*

VINCULACIÓN.

No obstante, de que la presencia de mangle sobre toda la orilla de la laguna de Bacalar comprende una delgada línea de vegetación, no se desvirtúa su relevancia, en la zona colindante del predio, no existe vegetación de manglar.

El ecosistema de manglar más cercano al predio del proyecto se ubica a una distancia de 1,727 metros.

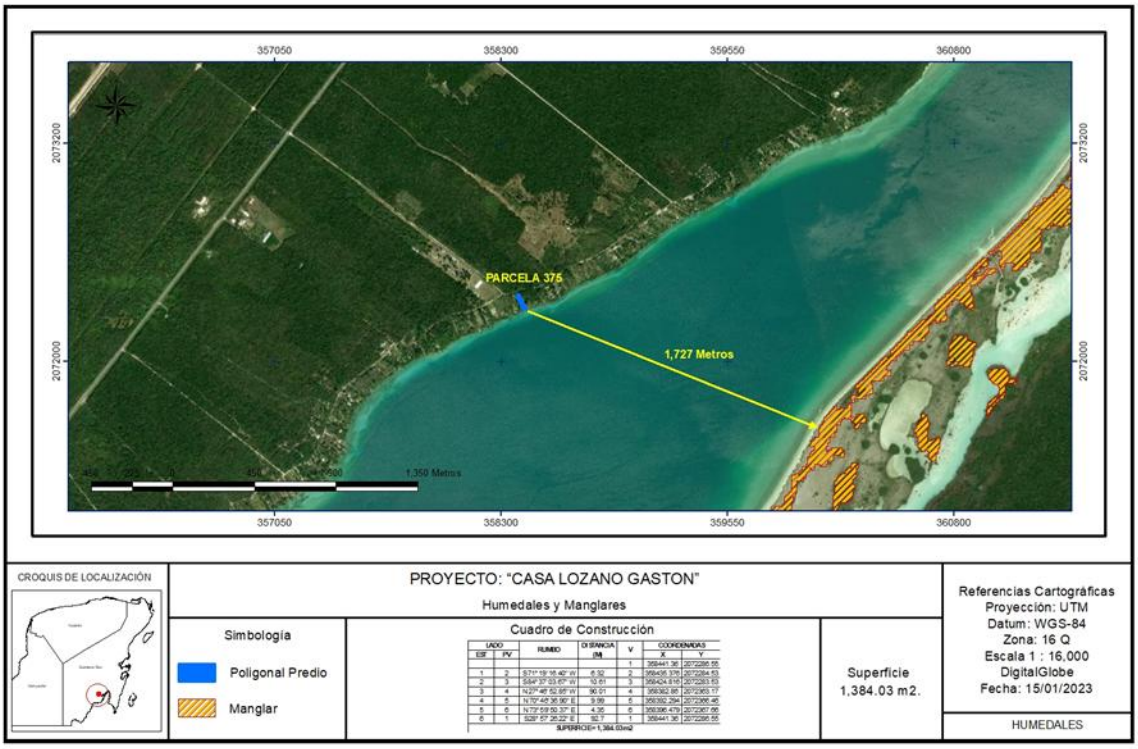


Imagen III. 01. Ubicación del manglar con respecto al predio del proyecto.

3.3. PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO.

- **Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.**

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POETG), es un instrumento de política pública que establece las bases para la gestión ambiental del territorio mexicano, buscando armonizar las actividades humanas con los procesos naturales. Este programa busca definir el uso del suelo y las actividades productivas de manera que se proteja el medio ambiente y se preserven los recursos naturales, fomentando un desarrollo sustentable. El POEGT se fundamenta en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su reglamento en materia de Ordenamiento Ecológico.

El Modelo de Ordenamiento Ecológico del Territorio (MOET) es físicamente un mapa que contiene áreas con usos y aprovechamientos permitidos, prohibidos y condicionados. La formulación del POEGT se realizó en 2008 y consistió en cuatro etapas metodológicas: caracterización, diagnóstico, pronóstico y propuesta. La caracterización y el diagnóstico permitieron conocer y evaluar las condiciones ambientales actuales que guarda el país, así como las variables que determinan los espacios territoriales y su aptitud para el desarrollo de cada sector, así como su incompatibilidad con otros sectores.

Cabe aclarar que este programa es de observancia obligatoria para toda la Administración Pública Federal e inductivo para los particulares.

La base para la regionalización ecológica comprende unidades territoriales sintéticas que se integran a partir de los principales factores del medio biofísico: clima, relieve, vegetación y suelo. La interacción de estos factores determina la homogeneidad relativa del territorio hacia el interior de cada unidad y la heterogeneidad con el resto de las unidades. Con este principio se obtuvo como resultado la diferenciación del territorio nacional en 145 unidades denominadas unidades ambientales biofísicas (UAB), representadas a escala 1:2,000,000, empleadas como base para el análisis de las etapas de diagnóstico y pronóstico, y para construir la propuesta del POEGT.

Así, las regiones ecológicas se integran por un conjunto de UAB que comparten la misma prioridad de atención, de aptitud sectorial y de política ambiental. Con base en lo anterior, a cada UAB le fueron asignados lineamientos y estrategias ecológicas específicas, de la misma manera que ocurre con las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) previstas en los Programas de Ordenamiento Ecológico Regionales y Locales.

Cabe señalar que, aun cuando las UAB y las UGA comparten el objetivo de orientar la toma de decisiones sobre la ubicación de las actividades productivas y los asentamientos humanos en el territorio, así como fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales; dichas Unidades difieren en el ciertos procesos, toda vez que las UGA se construyen originalmente como unidades de síntesis que concentran, en su caso, lineamientos, criterios y estrategias ecológicas, en tanto que las UAB, considerando la extensión y complejidad del territorio sujeto a ordenamiento, se construyeron en la etapa de diagnóstico como unidades de análisis, mismas que fueron empleadas en la etapa de propuesta, como unidades de síntesis para concentrar lineamientos y estrategias ecológicas aplicables en dichas Unidades y, por ende, a las regiones ecológicas de las que formen parte.

Por su alcance, el POEGT no tiene como objeto autorizar o prohibir el uso del suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales, su propósito es facilitar la toma de decisiones a la Administración Pública Federal al orientar la planeación y ejecución de las políticas públicas estableciendo una relación entre los recursos naturales, su aprovechamiento y la satisfacción de las necesidades de la sociedad buscando un desarrollo sustentable.

Acorde con el Decreto del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, publicado en el D.O.F. el día 07 de septiembre de 2012, la Unidad Biofísica Ambiental dentro de la que se circunscribe el proyecto denominado “Casa Lozano Gastón”, se encuentra inmerso en la Región Ecológica número 17.33 en la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) número 62, denominada Karst de Yucatán y Quintana Roo, siendo, por ende; al proyecto, le aplican las estrategias y acciones asignadas a dicha UAB 62, mismas que se describen a continuación:

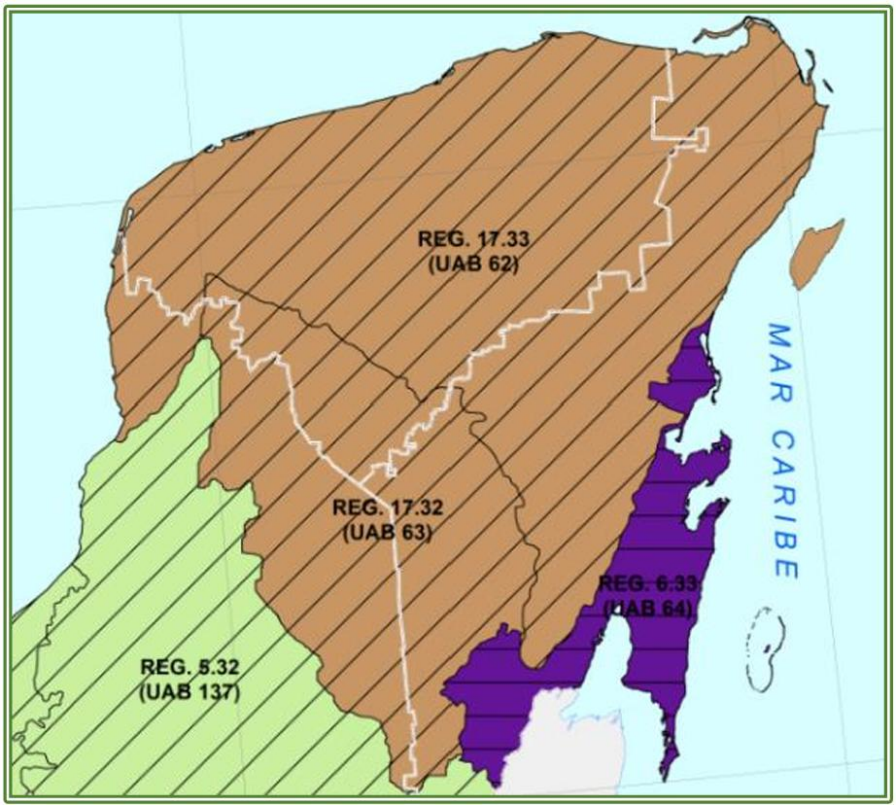


Figura III. 02. Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

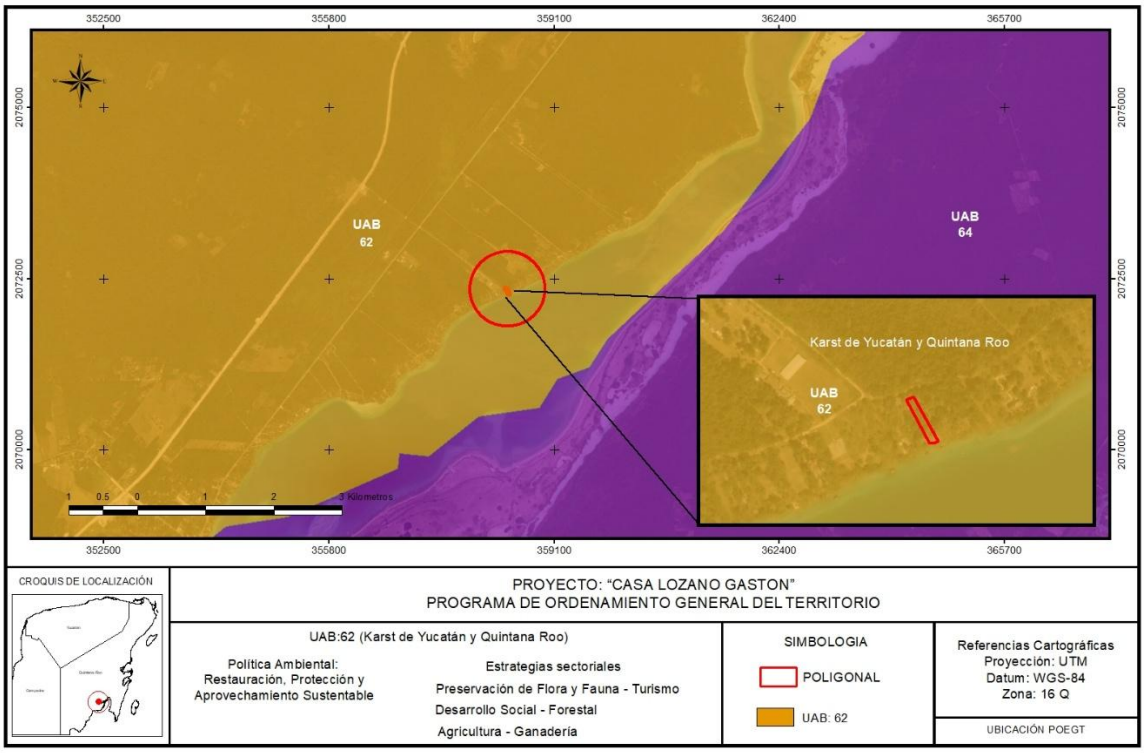


Imagen III. 02. Ubicación del predio del proyecto con respecto al POEGT.

Política y estrategias sectoriales de la UAB 62. Karst de Yucatán y Quintana Roo.

Clave/ Región	17.33
UAG	62
Nombre de la UAG	Karst de Yucatán y Quintana Roo
Rectores del desarrollo	Preservación de flora y fauna. Turismo
Coadyuvantes del desarrollo	Desarrollo social – Forestal
Asociados del desarrollo	Agricultura, ganadería
Otros sectores de interés	Pueblos indígenas
Política ambiental	Protección, preservación y aprovechamiento sustentable
Nivel de atención prioritaria	Alta
Estrategias	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 21, 22, 23, 31, 32, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44

A continuación, se presentan los criterios o estrategias sectoriales de la UAB 62, que son vinculantes con el proyecto:

Estrategias. UAB 62	
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio	
ESTRATEGIA	
A) PRESERVACIÓN	
ESTRATEGIA 1. CONSERVACIÓN *IN SITU* DE LOS ECOSISTEMAS Y SU BIODIVERSIDAD.	
ACCIONES	**VINCULACION**
Fomentar y consolidar las iniciativas de protección y conservación in situ, como las áreas naturales protegidas en los ámbitos federal, estatal y municipal de conservación ecológica de los centros de población, aquellas destinadas voluntariamente a la conservación y las designadas por su importancia a nivel internacional, incrementando el número de áreas que cuentan con un financiamiento garantizado para las acciones básicas de conservación.	No aplica al proyecto, toda vez que el predio no se encuentra dentro de un área natural protegida.
Fomentar la creación de mecanismos de apoyo para las comunidades rurales, grupos de comuneros, pescadores y campesinos que tengan áreas dedicadas a la conservación o que contribuyan a la protección de la biodiversidad de su área de influencia.	No aplica al proyecto, toda vez que el proyecto trata de la construcción de una vivienda.
Establecer mecanismos de coordinación institucional en los tres órdenes de gobierno para la autorización de obras y actividades en áreas propuestas para la conservación del patrimonio natural.	No aplica al proyecto, toda vez que el predio no se encuentra dentro de un área natural protegida.
Promover en los programas de ordenamiento ecológico regionales y locales, las condiciones para la	No aplica al proyecto, toda vez que el predio no se encuentra dentro de un área natural protegida.

articulación, la conectividad y el manejo regional de las áreas sujetas a conservación.	
Reforzar los instrumentos y capacidades para prevenir y controlar los actos ilícitos contra los elementos de la biodiversidad.	El sitio del proyecto presenta diversas afectaciones por actividades antropogénicas, por lo que se considera un sitio con un nivel de biodiversidad bajo, sin embargo, se crearan áreas verdes con especies nativas de la región en el 83.96% de la superficie total del predio. Aunado a lo anterior, el proyecto llevará a cabo un programa de rescate y reubicación de fauna y flora silvestre dentro del predio.
Establecer mecanismos de bioseguridad para regular la manipulación de los recursos genéticos.	No aplica al proyecto.
Impulsar los esfuerzos de seguimiento (monitoreo) de la condición de los elementos de la biodiversidad nacional.	El proyecto contempla un Programa de Supervisión Ambiental el cual tiene como objetivos principales los siguientes: • Vigilar el cumplimiento de las medidas de prevención y mitigación propuestas para cada uno de los impactos ambientales. • Vigilar el cumplimiento de los términos y condicionantes emitidos por la autoridad correspondiente posterior a su análisis de la presente manifestación de impacto. • Vigilar que no se produzcan impactos ambientales adicionales. Lo anterior se pretende lograr mediante el recorrido del sitio del proyecto, por parte de personal capacitado, así como, la elaboración de informes que incluyan el análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.
Establecer y desarrollar por medio de la coordinación interinstitucional e intersectorial, las capacidades para la prevención, control, mitigación y seguimiento de emergencias, mediante el diseño y aplicación de programas específicos para eventos como: huracanes, incendios forestales, mortandad de fauna, vulcanismo, sequía, e inundaciones y de adaptación al cambio climático.	No aplica al presente proyecto, toda vez que el proyecto trata de la construcción de una vivienda. Sin embargo, se tomará en cuenta este criterio y se coadyuvará con las autoridades competentes para su debido cumplimiento, en caso de que se requiera.
Fortalecer la conservación de los ecosistemas y las especies, en especial, de aquellas especies en riesgo.	El proyecto llevará a cabo un programa de rescate de flora y fauna esto con el fin de que se rescate el 100 por ciento de las especies que se encuentren en riesgo según la NOM-059 SEMARNAT 2010.

Fomentar la creación y mayor cobertura de Unidades de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre (UMA).	No aplica al presente proyecto, toda vez que el proyecto trata de la construcción de una vivienda.
Fomentar acciones para proteger y conservar los recursos hídricos, superficiales y del subsuelo, a partir de las cuencas hidrológicas en el territorio nacional.	Se respetará puntualmente este criterio.
Mejorar la detección y fortalecer la prevención y el combate de incendios forestales.	Se respetará puntualmente este criterio.
Promover el establecimiento de corredores biológicos entre Áreas Naturales Protegidas (ANP) u otras modalidades de conservación.	No aplica al presente proyecto, toda vez que el proyecto trata de la construcción de una vivienda.
Celebrar convenios de o concertación, con instituciones involucradas en la preservación de áreas naturales para promover y proponer que las zonas susceptibles de ser declaradas área natural protegida sean inscritas legalmente según corresponda. Asimismo, promover la elaboración de planes de manejo y el asesoramiento a los sujetos agrarios involucrados.	No aplica al proyecto
ESTRATEGIA 2. RECUPERACIÓN DE ESPECIES EN RIESGO.	
Promover la recuperación del tamaño de las poblaciones de especies amenazadas o en peligro de extinción, listadas la NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, así como de aquellas indicadoras y/o emblemáticas cuya protección resulte en la conservación del hábitat de otras especies prioritarias y que puedan ser objeto de seguimiento (monitoreo).	El sitio del proyecto presenta diversas afectaciones por actividades antropogénicas, por lo que se considera un sitio con un nivel de biodiversidad bajo, sin embargo, se crearan áreas verdes con especies nativas de la región en el 83.96% de la superficie total del predio. Aunado a lo anterior, el proyecto llevará a cabo un programa de rescate y reubicación de fauna y flora silvestre dentro del predio.
Diseñar planes y programas estratégicos para la restauración de Áreas Naturales Protegidas de competencia Federal que han estado sometidas a un uso y manejo constante por la actividad antrópica.	No aplica al proyecto, toda vez que el predio no se encuentra dentro de un área natural protegida.
Formular directrices sobre traslocación de especies y programas de atención para las especies exóticas, así como para el control y erradicación de especies invasoras y plagas.	Se cumplirá este criterio, aun cuando no se ha observado la presencia de estas especies en el predio. Se tomarán medidas para evitar daños a las especies, incluso si no se han observado, se vigilará y se incluirá en el programa de monitoreo y de erradicarlas si fueran detectados juveniles en el futuro.

Erradicar especies exóticas que afectan negativamente a las especies y los ecosistemas naturales de México, con énfasis en el territorio insular y en las Áreas Naturales Protegidas de competencia Federal que se consideren prioritarias por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.	Se cumplirá este criterio, aun cuando no se ha observado la presencia de estas especies en el predio. Se tomarán medidas para evitar daños a las especies, incluso si no se han observado, se vigilará y se incluirá en el programa de monitoreo y de erradicarlas si fueran detectados juveniles en el futuro.
Establecer disposiciones legales, administrativas y políticas en materia de traslocación y el movimiento de especies, y que favorezcan la producción, comercio y consumo de las especies nativas.	No aplica al proyecto.
Llevar a cabo evaluaciones técnicas y científicas sobre el impacto que provoca la autorización para la traslocación e introducción de especies, sobre especies nativas y el ambiente en general.	No aplica al presente proyecto, toda vez que el proyecto trata de la construcción de una vivienda, no es de su interés la introducción de especies exóticas en el predio.
Instrumentar el Programa de Conservación de Especies en Riesgo 2007-2012, y sus Programas de Acción para la Conservación de Especies en Riesgo.	Se tomará en cuenta este criterio, aun cuando no se ha observado la presencia de estas especies en el predio y se coadyuvará con las autoridades competentes para el cumplimiento de lo establecido dentro del presente criterio, en caso de que así se requiera.
Fomentar la recuperación de especies en riesgo mediante proyectos de reproducción, traslocación, repoblación y reintroducción, en el marco del Sistema de Unidades de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre (UMA).	No aplica al presente proyecto, toda vez que el proyecto trata de la construcción de una vivienda.
ESTRATEGIA 3. CONOCIMIENTO, ANÁLISIS Y MONITOREO DE LOS ECOSISTEMAS Y SU BIODIVERSIDAD.	
Promover la integración de un sistema de apoyo al desarrollo científico que articule los esfuerzos, recursos y políticas de todas las instituciones de educación superior e investigación para el desarrollo e impulso de conocimiento sobre los ecosistemas y su biodiversidad.	El proyecto pretende implementar un programa de vigilancia ambiental durante la etapa de preparación de sitio y construcción del proyecto
Formular estrategias de apropiación y manejo de la biodiversidad, en diferentes escenarios ambientales y culturales, que deriven preferentemente en el diseño de mejores técnicas de uso y el desarrollo de nuevos procesos industriales, productos y mercados para definir esquemas de manejo que permitan la sostenibilidad de los aprovechamientos.	Con el muestreo realizado tanto en el sistema ambiental (SA) como en el área del proyecto, el análisis realizado en el Capítulo IV demuestra que con la aplicación oportuna y en forma de las medidas de mitigación, la flora y la fauna se mantendrá a pesar de la ejecución del proyecto. Con base a la información, se fomenta el conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad por lo menos en

	un plazo de 5 años después de la remoción de la vegetación, estos resultados se presentan en el Capítulo V y VI en donde se proponen medidas de prevención, mitigación y/o compensación; además, se tiene el objetivo de concientizar sobre el cuidado y protección del medio ambiente, por lo que con estas acciones se fomenta el cumplimiento de esta acción.
Impulsar el desarrollo sustentable dentro de las áreas naturales protegidas y hacia fuera de ellas.	Se tomará en cuenta este criterio. Sin embargo, el proyecto pretende implementar un programa de vigilancia ambiental durante la etapa de preparación de sitio y construcción del proyecto
Rescatar el manejo, formas de organización y valores derivados de los conocimientos empíricos o tradicionales, sean éstos etnobotánicos, etnozoológicos o de otro tipo.	No aplica al proyecto.
Incorporar en la investigación sobre la biodiversidad, aspectos sociales y culturales (valores de uso, religiosos, estéticos, etc.); económicos (valor de los servicios ecológicos, usos actuales y potenciales y su aplicabilidad comercial, etc.), y de manejo (tecnologías, propagación, rehabilitación, etc.), además de los aspectos ecológicos y biológicos (demografía, diversidad genética, aspectos reproductivos, estatus, etc.).	El sitio del proyecto presenta diversas afectaciones por actividades antropogénicas, por lo que se considera un sitio con un nivel de biodiversidad bajo, sin embargo, se crearan áreas verdes con especies nativas de la región en el 83.96% de la superficie total del predio. Aunado a lo anterior, el proyecto llevará a cabo un programa de rescate y reubicación de fauna y flora silvestre dentro del predio.
Impulsar los estudios de valoración económica de los usos de la biodiversidad nacional, particularmente en el caso de los elementos más utilizados y de los usos que afectan negativamente los recursos.	Con el muestreo realizado tanto en el sistema ambiental (SA) como en el área del proyecto, el análisis realizado en el Capítulo IV demuestra que con la aplicación oportuna y en forma de las medidas de mitigación, la flora y la fauna se mantendrá a pesar de la ejecución del proyecto. Con base a la información, se fomenta el conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad por lo menos en un plazo de 5 años después de la remoción de la vegetación, estos resultados se presentan en el Capítulo V y VI en donde se proponen medidas de prevención, mitigación y/o compensación; además, se tiene el objetivo de concientizar sobre el cuidado y protección del medio ambiente, por lo que con estas acciones se fomenta el cumplimiento de esta acción.
Realizar esfuerzos de modelaje e investigación científica orientada a evaluar los impactos de las	Se tomará en cuenta este criterio

emisiones a la atmósfera y el efecto que produciría el cambio climático en las áreas naturales protegidas y en ecosistemas naturales, así como en la abundancia relativa de las especies que sean clasificadas como prioritarias para la conservación, de conformidad con la Ley General de Vida Silvestre, previendo los efectos que los cambios de unos acarrean para otros.	El sitio del proyecto presenta diversas afectaciones por actividades antropogénicas, por lo que se considera un sitio con un nivel de biodiversidad bajo, sin embargo, se crearan áreas verdes con especies nativas de la región en el 83.96% de la superficie total del predio. Aunado a lo anterior, el proyecto llevará a cabo un programa de rescate y reubicación de fauna y flora silvestre dentro del predio.
Fortalecer en todos los niveles acciones de educación ambiental encaminadas a propiciar cambios de actitud y comportamiento en la sociedad frente a la biodiversidad.	Se propone como acciones consistentes en la impartición de cursos de capacitación para el personal que labore en todas y cada una de las etapas del proyecto, así como pláticas a la población de la localidad a conservar los recursos naturales del sitio.
Monitorear ecosistemas prioritarios amenazados.	Se tomarán medidas para evitar daños a las especies, incluso si no se han observado, se vigilará y se incluirá en el programa de monitoreo y de erradicarlas si fueran detectados juveniles en el futuro. Aun cuando no se ha observado la presencia y/o problemas como la deforestación, la contaminación, el cambio climático y la introducción de especies invasoras, antes de que causen daños irreversibles y se coadyuvará con las autoridades competentes para el cumplimiento de lo establecido dentro del presente criterio, en caso de que así se requiera.
Monitorear “puntos de calor” en tiempo real para detectar incendios.	Se tomará en cuenta este criterio.
Monitorear especies silvestres para su conservación y aprovechamiento.	En el predio no se tiene la presencia de especies silvestres. Sin embargo, si se llegará a observarse alguna especie, esta será respetada, prohibiendo en todo momento su captura y cualquier otra forma de afectación. Se implementará cámaras trampa en el predio, estas cámaras, activadas por movimiento, permiten registrar fotografías o videos de animales en su hábitat natural, lo que facilita la identificación de especies, la estimación de abundancia y el estudio de su comportamiento.

Monitorear y evaluarlas especies exóticas o invasoras.	Al momento no se ha observó la presencia de especies exóticas o invasoras en el sitio del proyecto, sin embargo, en caso de que éstas se llegaran a observar en alguna etapa del proyecto, serán eliminadas o erradicadas del sitio del proyecto.
B) APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE	
ESTRATEGIA 4. APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE ECOSISTEMAS, ESPECIES, RECURSOS GENÉTICOS Y RECURSOS NATURALES.	
Operar el Fondo para el Fomento al Uso Sustentable de la Biodiversidad mediante proyectos de reproducción, repoblación, traslocación y reintroducción de especies silvestres, así como el desarrollo de sus respectivos mercados.	No aplica al proyecto. Sin embargo, entre sus medidas de mitigación, se consideran programas ambientales tales como: • Programa de rescate y reubicación de flora • Programa de reforestación. • Programa de Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna.
Fomentar el uso legal de los recursos genéticos y la distribución equitativa de los beneficios derivados de su uso.	No aplica al proyecto.
Establecer mecanismos de bioseguridad para regular la manipulación de los recursos genéticos.	No aplica al proyecto.
Realizar una evaluación, tanto en el aspecto agrícola como en el alimentario, de las bondades y riesgos derivados de la liberación, consumo o utilización de productos transgénicos y organismos modificados genéticamente, tanto para el ambiente como para la salud humana.	No aplica al proyecto.
Establecer un programa nacional de biotecnología que mida el valor económico de los recursos genéticos nativos, fomente y oriente la investigación en ingeniería genética relacionada con especies nativas, establezca criterios, salvaguardas e indicadores de seguridad, y tenga también como propósito revalorar y reanimar el saber popular en torno al uso selectivo de la biodiversidad.	No aplica al proyecto.
Impulsar el conocimiento y la regulación del acceso a los recursos genéticos y sus usos, así como fomentar la expedición de patentes o registros asociados con la denominación de origen, la propiedad intelectual o el secreto industrial, según convenga, de los recursos genéticos derivados de la domesticación, selección o manipulación tradicional hecha por grupos mexicanos (indígenas, campesinos u otros).	No aplica al proyecto.

ESTRATEGIA 5: APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LOS SUELOS AGRÍCOLAS Y PECUARIOS.	
Adoptar prácticas y tecnologías en materia de uso del suelo que sean acordes a las características agroecológicas y socioeconómicas de la región que permitan la conservación, mejoramiento y recuperación de su capacidad productiva y el uso eficiente de los recursos para maximizar su productividad.	No es vinculante, dada la naturaleza del Proyecto, ya que se trata de la construcción de una vivienda y esta estrategia va dirigida a la Administración Pública Federal (APF).
Elaborar manuales de técnicas y prácticas exitosas de conservación de suelos.	No aplica al proyecto.
Apoyar la realización de obras de conservación de suelo y agua a través de buenas prácticas agrícolas para regiones y cultivos, prácticas de mejoramiento de suelos y estrategias de reconversión productiva, así como el desarrollo de manuales para estos temas. Lo anterior, con un enfoque integral y preventivo, que permita a los productores rurales desarrollar sus actividades productivas con mayor certeza y de forma armónica con su entorno.	No aplica al proyecto.
Apoyar el desarrollo de proyectos ganaderos sustentables, que minimicen el impacto ambiental de la ganadería, que aprovechen las excretas en la obtención de biocombustibles para reducir la liberación de gases de efecto invernadero y que apoyen la recuperación o mejoramiento de la cobertura vegetal.	No aplica al proyecto.
Proteger los agostaderos con apoyos del componente Producción Pecuaria Sustentable y Ordenamiento Ganadero y Apícola (PROGAN) del Programa de Usos Sustentable de Recursos Naturales para la Producción Primaria.	No aplica al proyecto.
Identificar proyectos prioritarios de tecnificación del riego, dando prioridad a las regiones con menor disponibilidad de agua, con el fin de contribuir a un uso más eficiente y sustentable del recurso, elevar la productividad por volumen de agua utilizado, e incrementar la rentabilidad de las actividades agrícolas en beneficio de los productores.	No aplica al proyecto.
Impulsar la reconversión productiva y tecnológica, fomentando el establecimiento de cultivos con menores requerimientos hídricos y mayor presencia en el mercado, así como la modernización integral de los sistemas de riego, desde la fuente de abastecimiento, la conducción del agua a las parcelas y su aplicación a los cultivos.	No aplica al proyecto.

Promover estudios para identificar áreas de oportunidad para inducir la realización de pequeñas y medianas obras para el manejo y conservación del suelo, agua y biodiversidad.	No aplica al proyecto.
Apoyo del Programa de Activos Productivos para ganadería diversificada.	No aplica al proyecto.
ESTRATEGIA 6. MODERNIZAR LA INFRAESTRUCTURA HIDROAGRÍCOLA Y TECNIFICAR LAS SUPERFICIES AGRÍCOLAS.	
Incrementar la productividad del agua en distritos de riego.	No es vinculante, dada la naturaleza del Proyecto, ya que se trata de la construcción de una vivienda y esta estrategia va dirigida a la Administración Pública Federal (APF).
Rehabilitar y modernizar distritos y unidades de riego y temporal tecnificado.	No aplica al proyecto.
Promover el uso de agua residual tratada en los distritos de riego.	No aplica al proyecto.
Involucrar a las Asociaciones Civiles de Usuarios de Riego y a los Comités técnicos de Aguas Subterráneas en el impulso del ahorro de volúmenes y tecnificación del riego.	No aplica al proyecto.
Potenciar los recursos destinados a la modernización y tecnificación de la infraestructura hidroagrícola.	No aplica al proyecto.
ESTRATEGIA 7: APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LOS RECURSOS FORESTALES	
Impulsar la ejecución de proyectos de aprovechamiento forestal sustentable en zonas rurales y /o de población indígena.	No es vinculante, dada la naturaleza del Proyecto, ya que se trata de la remoción de la vegetación para el establecimiento de una vivienda. En virtud de que se removerá vegetación forestal, se somete a evaluación el presente estudio de manifestación de impacto ambiental modalidad particular en la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA) para la obtención de la autorización en materia de impacto ambiental. El material triturado y producto del desmonte y despalme será dispuesto en áreas de reforestación y reubicación para el fomento de la revegetación natural o asistida y para protección del suelo contra la erosión hídrica y eólica, recuperación del potencial de infiltración.
Mantener actualizada la zonificación forestal.	
Fomentar el aprovechamiento forestal sustentable certificado.	
Instrumentar los Consejos Regionales Forestales en las Unidades de Manejo Forestal (UMAFORS).	
Incrementar la cobertura del diagnóstico fitosanitario en ecosistemas forestales.	
Impulsar las Promotoras de Desarrollo Forestal.	
Incrementar la superficie sujeta a manejo forestal para el aprovechamiento sustentable de recursos forestales maderables y no maderables	
ESTRATEGIA 8: VALORACIÓN DE LOS SERVICIOS AMBIENTALES.	
Realizar estudios y análisis económicos en torno al impacto de la pérdida o disminución de elementos de la biodiversidad; en particular y prioritariamente, de aquellos que presten servicios ambientales	La presente MIA-P incluye la identificación de los factores ambientales del entorno susceptibles de ser impactados por el proyecto, así como, la identificación de las acciones del

directamente relacionados con la restauración y conservación de suelo fértil, y de regulación y mantenimiento de los ciclos hidrológicos.	proyecto que puedan causar impactos. Con dichos elementos se pudieron identificar y valorar los impactos potenciales del proyecto y el planteamiento de medidas de prevención y/o mitigación para evitar o minimizar su manifestación. En cumplimiento con el presente lineamiento, para la elaboración del presente documento, se realizado el análisis de los Servicios Ambientales existentes en el sitio y su valoración económica de la biodiversidad. Así pues, los servicios ambientales son los beneficios que la gente recibe de los diferentes ecosistemas, ya sea de manera natural o por medio de su manejo sustentable, ya sea a nivel local, regional o global.
Identificar el potencial y la distribución de la prestación de servicios ambientales, así como a los usuarios y proveedores.	
Valorar los costos de la pérdida de los bienes y servicios ambientales asociada a la ejecución de proyectos de desarrollo.	
Ampliar la atención institucional en el otorgamiento de estímulos fiscales o cualquier otro tipo de instrumento económico, dirigido a promover mayor participación de distintos sectores en estudios ambientales, uso sustentable, protección y conservación de la biodiversidad y de los servicios ambientales.	El Promovente se da por enterado de la presente acción.
Impulsar el desarrollo de mercados locales de pago por servicios ambientales.	El Promovente se da por enterado de la presente acción.
Fortalecer el cobro de derechos de goce y disfrute de las ANP.	No aplica al proyecto.
Ampliar la superficie de los ecosistemas forestales incorporada al Programa de Pago por Servicios Ambientales.	No aplica al proyecto.
Desarrollar mercados y cadenas productivas para productos y derivados de especies silvestres y recursos naturales aprovechados de manera sustentable.	No aplica al proyecto.
Desalentar el comercio de productos derivados del aprovechamiento no sustentable de los recursos naturales y la biodiversidad.	No aplica al proyecto.
Fortalecer el Sistema Nacional de Auditorias Técnicas Preventivas de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR).	No aplica al proyecto.
Crear el Sistema Nacional de Certificación Forestal y de la Cadena de Custodia en la CONAFOR.	No aplica al proyecto.
Fomentar el turismo de naturaleza en las ANP.	No aplica al proyecto.
C. PROTECCIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES	
ESTRATEGIA 9. PROPICIAR EL EQUILIBRIO DE LAS CUENCAS Y ACUÍFEROS SOBREEXPLOTADOS.	

Mantener actualizada la disponibilidad media anual de las aguas superficiales en las cuencas hidrológicas del país y adoptar las medidas necesarias para el registro oportuno y veraz de los volúmenes concesionados y utilizados.	El proyecto no pretende una explotación de acuífero o cuenca.
Instrumentar planes de manejo de acuíferos sobreexplotados.	No aplica al proyecto.
Propiciar la preservación de los ecosistemas del país procurando mantener el caudal ecológico.	No aplica al proyecto.
Instrumentar proyectos de recarga artificial de acuíferos.	No aplica al proyecto.
Operar Bancos de Agua.	No aplica al proyecto.
Desarrollar sistemas regionales de información para reforzar la gestión del agua por cuenca y acuífero.	No aplica al proyecto.
Dar un papel más relevante a los Comités Técnicos de Aguas en la gestión de los acuíferos.	No aplica al proyecto.
Fortalecer la organización y funcionamiento de los Consejos de Cuenca y sus órganos auxiliares.	No aplica al proyecto.
Reforzar los sistemas de medición y verificación del cumplimiento de los volúmenes concesionados.	No aplica al proyecto.
ESTRATEGIA 10: REGLAMENTAR EL USO DEL AGUA EN LAS PRINCIPALES CUENCAS Y ACUÍFEROS PARA SU PROTECCIÓN.	
Identificar cuerpos de agua de atención prioritaria. Instrumentar reglamentos para el uso del agua en cuencas y elaborar proyectos de reglamentos en acuíferos prioritarios.	El suministro del agua del proyecto se realizará a través de un pozo autorizado por la CONAGUA durante las etapas de preparación del sitio y construcción. Durante la operación el agua será obtenida de la conexión al sistema municipal otorgado por la CAPA.
Ejecutar el proceso de planeación, programación, presupuesto y aplicación obligatoria de los Programas Hídricos por Cuenca Prioritaria.	
Establecer proyectos de veda de agua subterránea.	
Actualizar decretos de veda y poligonales acordes con las condiciones de agua renovable (disponibilidad) en las cuencas y acuíferos.	
Establecer declaratorias de reserva de aguas superficiales y subterráneas.	
Formular reglamentos para la distribución de las aguas superficiales por cuenca y subterránea por acuífero.	
ESTRATEGIA 11: MANTENER EN CONDICIONES ADECUADAS DE FUNCIONAMIENTO LAS PRESAS ADMINISTRADAS POR LA COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA (CONAGUA).	
Contar con un programa de mantenimiento de infraestructura en las presas.	El proyecto no se encuentra dentro de una presa
Crear un fondo nacional para el mantenimiento y rehabilitación de presas e infraestructura hidráulica mayor.	

Asegurar que los volúmenes de agua concesionados estén acordes con la disponibilidad de las fuentes de abastecimiento.	
ESTRATEGIA 12: PROTECCIÓN DE LOS ECOSISTEMAS.	
Conservar los suelos mediante el fortalecimiento de instrumentos para su protección, programas de manejo sustentable de tierras y fortalecimiento de criterios ambientales en los programas agropecuarios y forestales mediante acciones transversales con la SAGARPA.	Se realizará un programa de vigilancia ambiental durante la etapa de preparación de sitio y construcción.
Realizar estudios para la conservación y mejoramiento de pastizales y agostaderos, a fin de impulsar la explotación racional de las tierras dedicadas a la ganadería.	
Ejecutar proyectos de preservación y ordenamiento forestal sustentable en zonas rurales y /o de población indígena.	
Regular la expansión de la frontera agrícola y ganadera hacia territorios con interés para la preservación o protección.	
Controlar, mitigar y prevenir la desertificación y actualizar e implementar el Programa Nacional de Lucha contra la Desertificación, fortaleciendo las capacidades mediante el Sistema Nacional de Lucha contra la Desertificación y Degradación de los Recursos Naturales (SINADES).	
ESTRATEGIA 13: RACIONALIZAR EL USO DE AGROQUÍMICOS Y PROMOVER EL USO DE BIOFERTILIZANTES.	
Promover que el uso y aplicación de plaguicidas agrícolas sea realizado por profesionales certificados.	El proyecto no se trata de un proyecto de agricultura.
Promover el manejo integrado de plagas como estrategia de control en los sistemas de producción.	
Promover la generación y uso de biofertilizantes y bioplaguicidas en las actividades agrícolas.	
D) RESTAURACIÓN	
ESTRATEGIA 14: RESTAURACIÓN DE ECOSISTEMAS FORESTALES Y SUELOS AGROPECUARIOS.	
Reforestar tierras preferentemente forestales con especies nativas, apropiadas a las distintas zonas ecológicas del país y acordes con los cambios en las tendencias climáticas.	El proyecto no se trata de un proyecto de agricultura.
Restaurar zonas con suelos erosionados y/o degradados debido a la deforestación y uso no sustentable de la tierra, mediante obras apropiadas de conservación y restauración de suelos y reforestación, poniendo énfasis en prácticas agronómicas (no	

mecánicas) y biológicas que mejoren la calidad de los mismos.	
Elaborar manuales de técnicas y prácticas exitosas de conservación y restauración de ecosistemas y especies y aplicarlos.	
Implementar la Estrategia Nacional para la Conservación de los Suelos.	
Compensar las superficies forestales perdidas debido a autorizaciones de cambio de uso del suelo, con acciones de restauración de suelos y reforestaciones en otras áreas.	
Aumentar la superficie con plantaciones forestales comerciales, para recuperar la cobertura forestal en zonas deforestadas, disminuir la presión sobre los bosques nativos e impulsar el mercado nacional de productos forestales.	
Recuperar áreas degradadas por la actividad de extracción de hidrocarburos o por extracción de materiales de construcción.	
Reforestación y revegetación de predios ganaderos apoyados, con el componente PROGAN.	
Elaborar 32 Guías Técnicas Estatales para la reforestación, revegetación y protección de agostaderos y obras y prácticas para el aprovechamiento sustentable del suelo y agua, por el componente PROGAN.	
E) APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES Y ACTIVIDADES ECONÓMICAS DE PRODUCCIÓN Y SERVICIOS	
ESTRATEGIA 21: REDISEÑAR LOS INSTRUMENTOS DE POLÍTICA HACIA EL FOMENTO PRODUCTIVO DEL TURISMO.	
Diversificar y consolidar la oferta turística, a través del desarrollo de productos turísticos en las categorías de sol y playa, turismo de naturaleza, cultural, salud, cruceros, reuniones, deportivo, turismo religioso, urbano, turismo social y otros que se consideren pertinentes de acuerdo a los criterios de la política turística nacional.	El proyecto ayudará a fomentar el turismo que atraerá el turismo cultural que está apostando el municipio de Bacalar, capacitando a los operativos del proyecto de la caza habitación turística diseñadas para tal fin, por lo que complementará con este fin.
Impulsar la integración de circuitos y rutas temáticas y regionales donde se integren las diversas categorías de productos en las categorías de sol y playa, turismo de naturaleza, cultural, salud, cruceros, reuniones, deportivo, turismo religioso, urbano, turismo social y otros que se consideren pertinentes de acuerdo a los criterios de la política turística nacional.	No aplica al proyecto.
Vincular de manera transversal todas las acciones de planeación y desarrollo de oferta competitiva en las	No aplica al proyecto.

instancias de la SECTUR, FONATUR, Consejo de Promoción Turística de México (CPTM) y Centro de Estudios Superiores en Turismo (CESTUR).	
Integrar programas, acciones e instrumentos de fomento a la oferta como los programas tecnológicos, de asistencia técnica y financiamiento (MIPyMEs).	No aplica al proyecto.
Sistematizar y socializar la información estratégica sobre el desarrollo turístico su evolución, perspectivas y competitividad entre otros.	El Promovente se da por enterado del presente criterio.
Incorporar criterios ambientales (tales como: sistema de tratamiento de aguas, restauración de cubierta vegetal, manejo y disposición de residuos sólidos, otros) en la autorización de desarrollos turísticos en sitios con aptitud turística.	El Promovente se da por enterado del presente criterio, e informa a esta autoridad que se consideraran los presentes criterios ambientales en el desarrollo del proyecto. El proyecto contempla un sistema de tratamiento de aguas residuales, se mantendrá el 83.96% del predio como área verde y se contempla un programa de manejo de residuos sólidos.
Gestionar infraestructura de bajo impacto acorde con el tipo de turismo (de naturaleza, de aventura, rural, de la salud e histórico cultural) y asegurar un mantenimiento periódico.	El Promovente se da por enterado del presente criterio.
ESTRATEGIA 22: ORIENTAR LA POLÍTICA TURÍSTICA DEL TERRITORIO HACIA EL DESARROLLO REGIONAL.	
Identificar y priorizar inversiones y acciones de política pública con criterios regionales de fortalecimiento y diversificación.	No aplica al proyecto.
Identificar y priorizar inversiones y acciones de política con criterios regionales de impulso a zonas marginadas.	No aplica al proyecto.
Actualizar y ampliar el Programa Agenda 21 para el Turismo Mexicano, mediante la evolución de la metodología de indicadores y el desarrollo de la capacidad de respuesta *in situ* para el seguimiento, verificación del cumplimiento de metas y su integración a los planes de desarrollo de los destinos turísticos.	El Promovente se da por enterado de la presente estrategia y coadyuvará con la autoridad ambiental competente.
Promover acciones de adaptación y mitigación de los efectos del cambio climático en los destinos turísticos principalmente en las costas.	El Promovente se da por enterado de la presente estrategia y coadyuvará con la autoridad ambiental competente.
Participar en los programas de investigación, sobre las causas y efectos de los fenómenos naturales, el perfeccionamiento de monitoreo y alertamiento de la	El Promovente se da por enterado de la presente estrategia y coadyuvará con la autoridad ambiental competente.

población y los turistas en los destinos turísticos más vulnerables del país.	
Mejorar los criterios de operación de los Convenios de Coordinación en materia de reasignación de recursos, de manera que se apoyen proyectos que obedezcan a esquemas de planeación o de prioridades estratégicas regionales.	No aplica al proyecto.
Fomentar que se generen las sinergias con el CPTM y FONATUR, para evaluar y en su caso rediseñar sobre la base de su evolución, cobertura geográfica y desempeño en los mercados, los programas regionales "Centros de Playa", "Mundo Maya", "Tesoros Coloniales", "Ruta de los Dioses", "Frontera Norte" y "En el Corazón de México".	No aplica al proyecto.
ESTRATEGIA 23: SOSTENER Y DIVERSIFICAR LA DEMANDA TURÍSTICA DOMÉSTICA E INTERNACIONAL CON MEJORES RELACIONES CONSUMO (GASTOS DEL TURISTA) –BENEFICIO (VALOR DE LA EXPERIENCIA, EMPLEOS MEJOR REMUNERADOS Y DESARROLLO REGIONAL).	
Identificar segmentos de mercado nacionales e internacionales no atendidos y/o emergentes, así como sus necesidades de accesibilidad por infraestructuras, equipamientos y de financiamiento al consumo.	El proyecto aportará al sector turístico y económico de Bacar y del Estado de Quintana Roo.
Cartografiar y monitorear segmentos y nichos de mercado convencionales y especializados; actuales y emergentes.	No aplica al proyecto.
Organizar la investigación de mercados y su socialización para apoyar la toma de decisiones entre entidades públicas, privadas y sociales.	No aplica al proyecto.
Crear mecanismos para ampliar la práctica del turismo en el mercado doméstico.	El Promovente se da por enterado y participará con las autoridades en caso de ser requerida en las mesas de discusión para el establecimiento de los mecanismos a los cuales se hace referencia en el presente criterio.
Impulsar programas de turismo para segmentos especializados del turismo doméstico: adultos mayores, jóvenes, estudiantes, discapacitados y otros que se consideren pertinentes.	
Fomentar programas de financiamiento a la demanda de turismo doméstico, incluyendo equipamiento especializado para la accesibilidad de los discapacitados.	No aplica al proyecto.
Grupo II. Dirigidas al Mejoramiento del Sistema Social e Infraestructura Urbana	
D) INFRAESTRUCTURA Y EQUIPAMIENTO URBANO Y REGIONAL	
ESTRATEGIA 31: GENERAR E IMPULSAR LAS CONDICIONES NECESARIAS PARA EL DESARROLLO DE CIUDADES Y ZONAS METROPOLITANAS SEGURAS, COMPETITIVAS, SUSTENTABLES, BIEN ESTRUCTURADAS Y MENOS COSTOSAS.	
Atender las zonas marginadas con alta concentración de pobreza, mediante el mejoramiento de la infraestructura básica y equipamiento urbano, así	El proyecto pretende generar empleos y derrama económica en la zona de Bacalar.

como con la entrega de servicios sociales y acciones de desarrollo comunitario.	
Fortalecer el rescate de espacios públicos deteriorados e inseguros para fomentar la identidad comunitaria, la cohesión social, la generación e igualdad de oportunidades y la prevención de conductas antisociales.	No aplica al proyecto.
Brindar asistencia técnica y apoyos para el fortalecimiento institucional y para la realización de estudios y proyectos en los municipios destinados al mejoramiento de la infraestructura, el equipamiento y la prestación de servicios en materia de transporte y movilidad urbana.	No aplica al proyecto.
Promover el incremento de la cobertura en el manejo de residuos sólidos urbanos.	El Promovente se da por enterado del presente criterio y coadyuvara con la autoridad competente, además realizará la implementación del programa de manejo de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.
Mejorar la comprensión, experiencia y disfrute de las ciudades a través de la integración de estrategias de información y mecanismos de identidad en el mobiliario urbano, lo que contribuirá a fomentar la movilidad peatonal y turística así como el acceso a los sistemas de transporte público.	No aplica al proyecto.
Promover la constitución de asociaciones de municipios para que impulsen conjuntamente proyectos dirigidos a la construcción o mejoramiento de infraestructura en materia de rellenos sanitarios, drenaje, agua potable, transporte urbano y suburbano.	No aplica al proyecto.
ESTRATEGIA 32: FRENAR LA EXPANSIÓN DESORDENADA DE LAS CIUDADES, DOTARLAS DE SUELO APTO PARA EL DESARROLLO URBANO Y APROVECHAR EL DINAMISMO, LA FORTALEZA Y LA RIQUEZA DE LAS MISMAS PARA IMPULSAR EL DESARROLLO REGIONAL.	
Acelerar la regularización de los predios y propiciar un desarrollo más ordenado y menos disperso, en el que se facilite la concentración de esfuerzos en zonas con ventajas competitivas.	El proyecto es congruente con los usos de suelo asignados por el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región de la Laguna de Bacalar; lo anterior contribuye a la expansión ordenada de la ciudad de Bacalar.
Incrementar la disponibilidad de suelo apto impulsando mecanismos para la creación de reservas territoriales, tanto para uso habitacional como para actividades económicas, sujetas a disposiciones que garanticen el desarrollo de proyectos habitacionales en un entorno urbano ordenado, compacto, con certidumbre jurídica, con infraestructura, equipamientos y servicios adecuados y suficientes.	
Concluir la regularización de los asentamientos irregulares que existen hoy en día, acompañados de	

una política de fortalecimiento municipal y reservas territoriales para que las ciudades puedan crecer de forma ordenada y asegurando los derechos de propiedad de sus habitantes.	
Promover que las áreas verdes *per cápita* en las zonas urbanas se ajusten a los estándares recomendados por la Organización Mundial de Salud, OMS, y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, OCDE.	
E) DESARROLLO SOCIAL	
ESTRATEGIA 36: PROMOVER LA DIVERSIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS EN EL SECTOR AGROALIMENTARIO Y EL APROVECHAMIENTO INTEGRAL DE LA BIOMASA. LLEVAR A CABO UNA POLÍTICA ALIMENTARIA INTEGRAL QUE PERMITA MEJORAR LA NUTRICIÓN DE LAS PERSONAS EN SITUACIÓN DE POBREZA.	
Fomentar la reconversión de áreas a cultivos de mayor rentabilidad y con demandas de mercado en zonas con bajo y mediano potencial agrícola.	El proyecto no pretende realizar actividades productivas en el sector agroalimentario
Fortalecer la coordinación interinstitucional para el diseño e instrumentación de una política de producción orgánica con manejo sustentable.	No aplica al proyecto.
Canalizar mayores recursos para promover la acuacultura rural.	No aplica al proyecto.
Fortalecer la acuacultura rural mediante el fomento a proyectos de inversión de pequeña escala, en aguas interiores y/o litorales, para crear unidades de producción acuícola rentables y competitivas, que contribuyan a mejorar la alimentación de la población rural.	No aplica al proyecto.
Promover la producción agrícola orientada a la producción de bioenergéticos, en áreas y cultivos con viabilidad, así como establecer las bases para impulsar la producción, tecnificación, comercialización y empleo de la biomasa.	No aplica al proyecto.
Aprovechar sustentablemente la diversidad genética cuidando que no se pierdan los bosques y selvas en la producción de bioenergéticos.	No aplica al proyecto.
Proporcionar los apoyos técnicos y presupuestales que se requieran para fomentar la creación de cadenas productivas relacionadas con los bioenergéticos.	No aplica al proyecto.
Apoyar el financiamiento para la instalación de biodigestores de alto potencial, que permitan aprovechar la generación de biogás, para la generación de energía eléctrica y calórica, entre otros.	No aplica al proyecto.
Consolidar los programas de apoyo alimentario vigentes.	No aplica al proyecto.

Garantizar el acceso de alimentos básicos a precios justos destinados a la población en condición de pobreza.	No aplica al proyecto.
ESTRATEGIA 37: INTEGRAR A MUJERES, INDÍGENAS Y GRUPOS VULNERABLES AL SECTOR ECONÓMICO-PRODUCTIVO EN NÚCLEOS AGRARIOS Y LOCALIDADES RURALES VINCULADAS.	
Desarrollar actividades que permitan aumentar las habilidades, conocimientos y capacidad de gestión de los grupos rurales prioritarios y comunidades con presencia indígena, señalados en el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 (PND), así como asistirlos de manera permanente en sus proyectos productivos.	No aplica al proyecto.
Apoyar y promover la incorporación al desarrollo social y económico de las mujeres habitantes de los ejidos y comunidades con presencia indígena y pobreza patrimonial.	No aplica al proyecto.
Brindar servicios que permitan la conciliación entre la vida laboral y familiar, para mejorar la calidad de vida de las mujeres así como la de sus hijos.	No aplica al proyecto.
Facilitar la integración de la mujer al mercado laboral mediante la expansión del sistema de estancias infantiles.	No aplica al proyecto.
ESTRATEGIA 38: FOMENTAR EL DESARROLLO DE CAPACIDADES BÁSICAS DE LAS PERSONAS EN CONDICIÓN DE POBREZA.	
Asegurar que ningún niño o joven quede fuera de las instituciones educativas por tener que trabajar en actividades domésticas o productivas para asegurar su sustento o el de su familia.	El proyecto fomenta la generación de empleos directos e indirectos en distintos niveles sociales.
Promover la asistencia y permanencia escolar a través de becas educativas para la población más pobre.	
Otorgar becas y apoyo para la adquisición de útiles escolares a los niños y jóvenes de familias que viven en condición de pobreza, con el fin de que tengan acceso a una educación de calidad que les permita desarrollar sus capacidades y habilidades para vincularse de manera efectiva con el mercado de trabajo.	
Apoyar a las personas en condiciones de pobreza para la entrada y permanencia a educación técnica, media y superior u otro tipo de capacitación que facilite el acceso a mejores fuentes de ingreso.	
Brindar asistencia técnica y capacitación con el fin de facilitar el acceso a fuentes de financiamiento productivo.	No aplica al proyecto.
ESTRATEGIA 39: INCENTIVAR EL USO DE LOS SERVICIOS DE SALUD, ESPECIALMENTE DE LAS MUJERES Y LOS NIÑOS DE LAS FAMILIAS EN POBREZA.	

Promover que las personas en condiciones de pobreza tengan acceso a los servicios de salud y que asistan regularmente tanto a la atención médica como a la capacitación que llevan a cabo las instituciones especializadas.	El proyecto no pretende dar servicios de salud.
ESTRATEGIA 40: ATENDER LAS NECESIDADES DE LOS ADULTOS MAYORES MEDIANTE LA INTEGRACIÓN SOCIAL Y LA IGUALDAD DE OPORTUNIDADES. PROMOVER LA ASISTENCIA SOCIAL A LOS ADULTOS MAYORES EN CONDICIONES DE POBREZA O VULNERABILIDAD, DANDO PRIORIDAD A LA POBLACIÓN DE 70 AÑOS Y MÁS, QUE HABITA EN COMUNIDADES RURALES CON LOS MAYORES ÍNDICES DE MARGINACIÓN.	
Impulsar políticas públicas que atiendan las necesidades de los adultos mayores, y promover cambios para que las instituciones públicas y la sociedad puedan enfrentar el envejecimiento de la población.	El proyecto plantea una equidad de forma general y una atención a los diversos sectores de la población sin discriminación.
Elaborar un Programa de Acción Integral para Adultos Mayores que guíe a las personas hacia un envejecimiento saludable y digno.	
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional	
A) MARCO JURÍDICO	
ESTRATEGIA 42: ASEGURAR LA DEFINICIÓN Y EL RESPETO A LOS DERECHOS DE PROPIEDAD RURAL.	
Defender los derechos de los sujetos agrarios ante los órganos jurisdiccionales o administrativos como función permanente de servicio social, desarrollando programas permanentes de vigilancia al cumplimiento de la ley.	El predio del proyecto pertenece a una propiedad privada.
Promover programas de ordenamiento de la propiedad rural que garanticen la seguridad y certeza jurídica en la tenencia de la tierra, a fin de reducir la incidencia de conflictos en el campo y facilitar el desarrollo del mercado de tierras.	No aplica al proyecto.
Desincorporar tierras de propiedad social para inducir el crecimiento ordenado de ciudades o centros de población.	No aplica al proyecto.
Promover la restructuración y consolidación de las formas organizativas y asociativas al interior de los Núcleos Agrarios, para optimizar el aprovechamiento de sus recursos conforme a sus vocaciones.	No aplica al proyecto.
B) PLANEACIÓN DEL ORDENAMIENTO TERRITORIAL	
ESTRATEGIA 43: INTEGRAR, MODERNIZAR Y MEJORAR EL ACCESO AL CATASTRO RURAL Y LA INFORMACIÓN AGRARIA PARA IMPULSAR PROYECTOS PRODUCTIVOS.	
Desarrollar herramientas de información geográfica, empleando tecnologías actuales como la Cartografía Digital y los Sistemas de Información Geográfica, para facilitar el análisis geográfico, geológico, biológico y	El predio se encuentra dentro de una predio de propiedad privada y la zona ya se encuentra regulada por el programa de ordenamiento

estadístico de las características de los Núcleos Agrarios y las Localidades Rurales vinculadas, que contribuya al fortalecimiento de las actividades de organización, gestión y planeación en la propiedad rural.	ecológico territorial de la región de la Laguna de Bacalar.
Contribuir al desarrollo rural sustentable, integrando y manteniendo actualizada la información registral y catastral de la propiedad rural del país.	
Integrar al Catastro Rural Nacional información geográfica, geológica, biológica, de uso y vocación del suelo de los Núcleos Agrarios y Localidades Rurales vinculadas.	
ESTRATEGIA 44: IMPULSAR EL DESARROLLO REGIONAL MEDIANTE ACCIONES COORDINADAS ENTRE LOS TRES ÓRDENES DE GOBIERNO Y CONCERTADAS CON LA SOCIEDAD CIVIL.	
Impulsar el desarrollo social, con un enfoque de largo plazo, al reducir las disparidades regionales a través de compensar a las regiones que aún no han sido atendidas.	El proyecto considera los ordenamientos ecológicos existentes.
Establecer procesos de planeación regional que generen políticas sectoriales, transversales, de impacto regional acordes con la realidad de cada región; espacios de diálogo entre los actores públicos y privados involucrados para lograr acuerdos de desarrollo regional; y mecanismos que fomenten la colaboración intersecretarial e institucional en materia de desarrollo regional.	No aplica al proyecto.
Fomentar la formulación y aplicación de los programas de ordenamiento ecológico en las costas, estados y municipios que por sus características ambientales resulten de atención prioritaria.	No aplica al proyecto.
Promover que los instrumentos de planeación y gestión del territorio que se pretendan realizar en las diferentes regiones del país sean congruentes con los programas de ordenamiento ecológico vigentes, mediante una adecuada y eficaz coordinación interinstitucional y concertación con la sociedad organizada.	No aplica al proyecto.
Generar sinergia entre los sectores que tienen a cargo otros instrumentos de planeación territorial a fin de complementar e integrar políticas públicas. Tal como puede ser el ordenamiento territorial, integrado con el ordenamiento ecológico. Asimismo, hacer del conocimiento de legisladores e inversionistas estos instrumentos a fin de obtener presupuesto y recursos adicionales.	No aplica al proyecto.

- **Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMyMC).**

El sitio del proyecto se encuentra dentro del ámbito de aplicación del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, decretado y publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de noviembre de 2012. Este Programa de Ordenamiento Ecológico considera un modelo con lineamientos ecológicos y unidades de gestión ambiental y una estrategia ecológica con objetivos específicos, acciones generales, acciones específicas, criterios ecológicos y responsables.

Este instrumento de política ambiental tiene por objeto regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos. Además, identifica, orienta y enlaza las políticas, programas, proyectos y acciones de la administración pública que contribuyan a lograr las metas regionales que en él se plantean y optimizar el uso de los recursos públicos de acuerdo con la aptitud del territorio.

Asimismo, considera un modelo con lineamientos ecológicos que incluyen 27 metas orientados a la atención de las tendencias de deterioro ambiental; unidades de gestión ambiental que incluyen 203 unidades clasificadas en marinas y regionales, y estrategias ecológicas que se componen por 26 enunciados y 165 acciones orientadas al logro de los lineamientos ecológicos.

Para el caso del proyecto que nos ocupa, se ubica dentro de la influencia de la Unidad de Gestión Ambiental 152 (UGA 152). A esta UGA se le aplican las acciones generales descritas en el anexo 4 además de las siguientes acciones específicas:

Unidad de Gestión Ambiental No. 152	
Tipo de UGA	Regional
Nombre	Bacalar
Municipio	Othón P. Blanco
Estado	Quintana Roo
Subregión	Aplicar criterios de zonas costera inmediata mar caribe
Criterios aplicables a las UGAs	
Acciones generales	G001 a la G065
Acciones especificas	A001-A003, A005-A007, A011, A021, A023-A033, A037-A040, A043-A046, A048-A072, A074

Lo antes expuesto, se puede visualizar en la siguiente imagen.

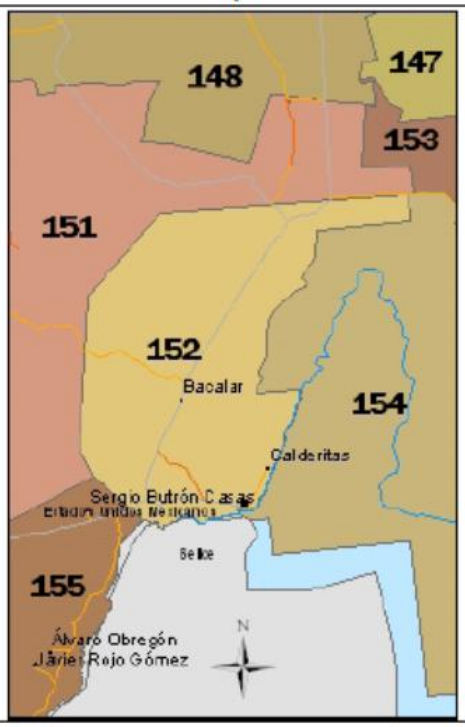
Tipo de UGA	Regional	Mapa
Nombre:	Bacalar	
Municipio:	Othón P. Blanco	
Estado:	Quintana Roo	
Población:	165,595 Habitantes	
Superficie:	188,805.909 Ha.	
Subregión:	Aplicar criterios de Zona Costera Inmediata Mar Caribe	
Islas:		
Puerto Turístico		
Puerto Comercial		
Puerto Pesquero	Presente	
Nota:		

Imagen III. 03. UGA Regional 152 del POMyRGMyMC, donde se ubica el proyecto.



Figura III. 01. Ubicación del predio con respecto a la UGA Regional 152 del POMyRGMyMC

A continuación, y considerando la naturaleza del proyecto, se presenta la vinculación jurídica de las acciones generales y específicas que aplican al conjunto de obras y actividades que se proponen.

Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe
Unidad de Gestión Ambiental Número:152

Anexo 4		
Tabla de Acciones Generales		
CLAVE	**ACCIONES GENERALES**	**VINCULACION**
G001	Promover el uso de tecnologías y prácticas de manejo para el uso eficiente del agua en coordinación con la CONAGUA y demás autoridades competentes.	El proyecto se dotará de agua potable mediante la conexión al servicio ofrecido por la CAPA. Se implementarán las prácticas de ahorro de agua descritas en el capítulo VII.
G002	Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con la CONAGUA y las demás autoridades competentes.	No aplica al proyecto.
G003	Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.	El proyecto no implica el comercio de especies, por lo tanto no se requiere implementar una UMA.
G004	Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia y control de las actividades extractivas de flora y fauna silvestre, particularmente para las especies registradas en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010).	En el predio no se tiene la presencia de especies de fauna listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Sin embargo, se llegará a observarse alguna especie listada, esta será respetada, prohibiendo en todo momento su captura y cualquier otra forma de afectación.
G005	Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable.	No aplica al proyecto. Estas son acciones que le corresponden a instancias gubernamentales.
G006	Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.	Para reducir las emisiones de estos gases, la energía eléctrica será dotada por la CFE, por lo que no se generará energía en el sitio mediante la combustión de combustibles.
G007	Fortalecer los programas económicos de apoyo para el establecimiento de metas voluntarias para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y comercio de Bonos de Carbono.	No aplica al proyecto.
G008	El uso de Organismos Genéticamente Modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente.	No se utilizarán este tipo de organismos. En las acciones de jardinería y reforestación se utilizarán especímenes provenientes de viveros autorizados.
G009	Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.	No aplica, esta es una acción que le corresponde a instancias gubernamentales.
G010	Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales.	No aplica al proyecto. Esta es una acción que le corresponde a instancias gubernamentales.

G011	Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.	En el capítulo VI se describen todas las medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales que pudieran ocasionarse por el desarrollo del proyecto.
G012	Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.	No aplica al proyecto.
G013	Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.	Para las acciones de jardinería, solamente se utilizarán especies endémicas o que no sean consideradas como exóticas invasivas.
G014	Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.	No aplica al proyecto. No hay ríos en la zona del proyecto.
G015	Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.	No aplica al proyecto.
G016	Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región.	No aplica al proyecto. No hay zonas montañosas cercanas al sitio del proyecto.
G017	Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.	No aplica al proyecto. No se pretende realizar actividades agrícolas.
G018	Recuperar la vegetación que consolide las márgenes de los cauces naturales en el ASO, de conformidad por lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.	No aplica al proyecto. No hay cauces naturales dentro del predio del proyecto.
G019	Los planes o programas de desarrollo urbano del área sujeta a ordenamiento deberán tomar en cuenta el contenido de este Programa de Ordenamiento, incluyendo las disposiciones aplicables sobre riesgo frente a cambio climático en los asentamientos humanos.	No aplica al proyecto.
G020	Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos	No aplica al proyecto. No hay ríos en la zona del proyecto.
G021	Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.	No aplica al proyecto. Toda vez que no pretende llevar a cabo actividades productivas de ningún tipo, debido a su naturaleza, correspondiente a una casa-habitación.
G022	Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas.	No aplica, toda vez que el proyecto no se producirá ningún producto.
G023	Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.	En caso de presentarse alguna plaga, se tomarán acciones en conjunto con las autoridades correspondientes para el control de esta.
G024	Promover la realización de acciones de forestación y reforestación con	Como parte de las acciones de reforestación, se destinará el 63.96% del total del predio para

	restauración de suelos para incrementar el potencial de sumideros forestales de carbono, como medida de mitigación y adaptación de efectos de cambio climático.	conservar la vegetación existente y para realizar la siembra de especies endémicas.
G025	Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas.	No se llevarán a cabo actividades productivas.
G026	Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).	Le corresponde a instancias gubernamentales realizar estas actividades al momento de implementar políticas ambientales. Para el caso de los particulares, les corresponde acatar lo dispuesto en estas políticas.
G027	Promover el uso de combustibles de no origen fósil.	Para la generación de energía eléctrica, se utilizarán paneles solares.
G028	Promover el uso de energías renovables.	Para la generación de energía eléctrica, se utilizarán paneles solares.
G029	Promover un aprovechamiento sustentable de la energía.	En el proyecto, los dispositivos que requieran energía serán de bajo consumo y alta eficiencia, tales como aparatos electrónicos con tecnología Inverter e iluminación con tecnología LED.
G030	Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.	En el proyecto, los dispositivos que requieran energía serán de bajo consumo y alta eficiencia, tales como aparatos electrónicos con tecnología Inverter e iluminación con tecnología LED.
G031	Promover la sustitución a combustibles limpios, en los casos en que sea posible, por otros que emitan menos contaminantes que contribuyan al calentamiento global.	No se requiere de combustibles en el sitio salvo en caso de emergencias para una planta que opere a base de diesel y de GAS LP considerada como energía limpia. En la operación regular se hará uso de la energía eléctrica generada con paneles solares.
G032	Promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno.	No aplica al proyecto.
G033	Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias.	No aplica al proyecto.
G034	Impulsar la reducción del consumo de energía de viviendas y edificaciones a través de la implementación de diseños bioclimático, el uso de nuevos materiales y de tecnologías limpias.	En la operación del proyecto se fomenta un consumo reducido de energía mediante el empleo de aparatos y tecnologías de bajo consumo, modelos y marcas de alta eficiencia y diseño arquitectónico calculado con factores de heliodinámica y heliodiseño.
G035	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes.	En el proyecto, los dispositivos que requieran energía serán de bajo consumo y alta eficiencia, tales como aparatos electrónicos con tecnología Inverter e iluminación con tecnología LED.
G036	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes.	No se tienen instalaciones industriales en el sitio.

G037	Elaborar modelos (sistemas mundiales de zonificación agro-ecológica) que permitan evaluar la sostenibilidad de la producción de cultivos; en diferentes condiciones del suelo, climáticas y del terreno.	No aplica al proyecto.
G038	Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.	Se conservará más del 83.96% de los suelos del terreno, los cuales son luvisoles de textura fina con mediano contenido de materia orgánica, por lo cual pueden contribuir en gran medida a la captura del carbono.
G039	Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.	No aplica al proyecto.
G040	Fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental.	No aplica al proyecto.
G041	Fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano en los principales centros de población de los municipios.	No aplica al proyecto.
G042	Fomentar la inclusión de las industrias de todo tipo en el Registro de Emisión y Transferencia de Contaminantes (RETC) y promover el Sistema de Información de Sitios Contaminados en el marco del Programa Nacional de Restauración de Sitios Contaminados.	No aplica al proyecto.
G043	LA SEMARNAT, considerará el contenido aplicable de este Programa. En su participación para la actualización de la Carta Nacional Pesquera, Asimismo, lo considerará en las medidas tendientes a la protección de quelonios, mamíferos marinos y especies bajo un estado especial de protección, que dicte de conformidad con la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentable.	No aplica al proyecto, debido que no implica actividades pesqueras.
G044	Contribuir a la construcción y reforzamiento de las cadenas productivas y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras.	No aplica al proyecto.
G045	Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.	No aplica al proyecto.
G046	Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte.	No aplica al proyecto.
G047	Impulsar la diversificación de actividades productivas.	El proyecto no implica actividades productivas, solamente de servicios.

G048	Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.	No aplica al proyecto.
G049	Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.	No aplica al proyecto.
G050	Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos.	El diseño estructural de proyecto se llevó a cabo en apego a lo establecido en los reglamentos de construcción, en los cuales ya se tiene contemplado que las construcciones sean resistentes a este tipo de fenómenos. Adicional a esto, se consideró un programa de contingencia contra huracanes. (ver anexo programas).
G051	Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.	El proyecto, contempla un Programa de Manejo Integral de Residuos, con lo cual, trabajadores serán instruidos para lograr una disminución y manejo adecuado de los residuos.
G052	Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).	Como parte de las actividades de limpieza del proyecto, se tiene contemplado realizar la separación de residuos para darle disposición final o para ser enviados a centros de acopio autorizados para que sean reciclado
G053	Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.	El proyecto implementará un sistema de tratamiento de aguas residuales, en el cual, las aguas que salgan del efluente podrán ser usadas como riego para las áreas verdes o para infiltración en un pozo de absorción.
G054	Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.	El proyecto no forma parte del sector industrial, no obstante, se contará con un sistema de tratamiento de aguas residuales.
G055	La remoción parcial o total de vegetación forestal para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, o para el aprovechamiento de recursos maderables en terrenos forestales y preferentemente forestales, sólo podrá llevarse a cabo de conformidad con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y demás disposiciones jurídicas aplicables.	Actualmente el predio se encuentra cubierto con vegetación de acahual, el cual es señalado como terreno diverso al forestal, el cual no requiere un cambio de uso de suelo, como lo señala la Ley general de desarrollo forestal sustentable El terreno se encuentra fraccionado por el camino costero del Boulevard Costero Aarón Merino Fernández y por predios sin cobertura vegetal con presencia de asentamientos de viviendas y por ultimo se encuentra a orilla de la Laguna de Bacalar.
G056	Promover e impulsar la construcción y adecuada operación de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial de acuerdo a la normatividad vigente.	No aplica al proyecto.
G057	Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.	No aplica al proyecto.

G058	La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la legislación vigente y los lineamientos de la CICOPLAFEST que resulten aplicables.	En caso de generarse residuos peligrosos, estos serán separados, para posteriormente ser entregados a empresas autorizadas para dar disposición final a este tipo de residuos.
G059	El desarrollo de infraestructura dentro de un ANP, deberá ser consistente con la legislación aplicable, el Programa de Manejo y el Decreto de creación correspondiente.	El sitio del proyecto NO se encuentra dentro de Áreas Naturales Protegidas.
G060	Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.	No se realizarán obras dentro de la laguna, por lo que no se generarán impactos sobre la vegetación acuática.
G061	La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.	No se realizarán obras dentro de la laguna.
G062	Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.	El proyecto no implica llevar a cabo actividades agropecuarias.
G063	Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos.	No aplica al proyecto.
G064	La construcción de carreteras, caminos, puentes o vías férreas deberá evitar modificaciones en el comportamiento hidrológico de los flujos subterráneos o superficiales o atender dichas modificaciones en caso de que sean inevitables.	No aplica al proyecto. No se realizarán carreteras o caminos.
G065	La realización de obras y actividades en Areas Naturales Protegidas, deberá contar con la opinión de la Dirección del ANP o en su caso de la Dirección Regional que corresponda, conforme lo establecido en el Decreto y Programa de Manejo del área respectiva.	El predio no recae dentro de ningún Área Natural Protegida.

En la siguiente tabla, se realiza la vinculación del proyecto con las **acciones específicas** aplicables a la UGA 152 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe:

Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe		
Unidad de Gestión Ambiental Número:152		
Tabla de Acciones Específicas		
CLAVE	**ACCIONES ESPECÍFICAS**	**VINCULACION**

A001	Fortalecer los mecanismos para el control de la comercialización y uso de agroquímicos y pesticidas.	Durante la operación del proyecto no se comercializarán agroquímicos y pesticidas. En el caso de las actividades de jardinería, se utilizarán fertilizantes y plaguicidas preferentemente orgánicos y los autorizados por el CICLOPAFEST.
A002	Instrumentar mecanismos de capacitación para el manejo adecuado de agroquímicos y pesticidas.	En caso de utilizarse agroquímicos y pesticidas, estos serán aplicados por personal profesional capacitado.
A003	Fomentar el uso de fertilizantes orgánicos y abonos verdes en los procesos de fertilización del suelo de actividades agropecuarias y forestales.	Para las actividades de la jardinería, se utilizarán fertilizantes y plaguicidas preferentemente orgánicos y los autorizados por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas y Sustancias Tóxicas, también llamada CICOPLAFEST.
A005	Fomentar la reducción de pérdida de agua durante los procesos de distribución de la misma.	El abastecimiento de agua del proyecto se realizará la conexión al servicio ofrecido por la CAPA. Para evitar pérdidas de agua, se verificará periódicamente el estado de las distintas tuberías, bombas y llaves. En caso de detectarse alguna fuga, esta será reparada de forma inmediata.
A006	Implementar programas para la captación de agua de lluvia y el uso de aguas grises.	El proyecto contempla la captación de agua de lluvia, el cual incluye la instalación de canaletas y bajantes en techos para recolectar el agua, seguida de un filtrado para eliminar impurezas, y su posterior almacenamiento en tanques para uso doméstico. Para las aguas grises (de duchas, lavaderos, etc.), el proyecto contempla su tratamiento mediante filtros físicos, biológicos y desinfección, antes de su reusó para riego de jardines.
A007	Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.	El proyecto está dejando el 83.96% del terreno como área de conservación.
A008	Evitar las actividades humanas en las playas de anidación de tortugas marinas, salvo aquellas que estén autorizadas en los programas de conservación.	No aplica al proyecto, toda vez que el predio no es una zona de anidación de tortugas. El cuerpo de agua colindante es la Laguna de Bacalar.
A009	Fortalecer la inspección y vigilancia en las zonas de anidación y reproducción de las tortugas marinas.	
A010	Fortalecer el apoyo económico de las actividades de conservación de las tortugas marinas.	

A011	Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria.	Actualmente, en el área del proyecto no hay actividades agropecuarias, no obstante, se está dejando cerca del 83.96% del terreno para áreas verdes y de conservación.
A012	Promover la preservación de las dunas costeras y su vegetación natural, a través de la ubicación de la infraestructura detrás del cordón de dunas frontales.	No aplica al proyecto, toda vez que en el sitio del proyecto no existe cordón de dunas. El proyecto colinda con la zona federal de la Laguna de Bacalar
A013	Establecer las medidas necesarias para evitar la introducción de especies potencialmente invasoras por actividades marítimas en los términos establecidos por los artículos 76 y 77 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimo.	No aplica al presente proyecto, toda vez que el proyecto trata de la construcción de una vivienda, no es de su interés la introducción de especies potencialmente invasoras por actividades marítimas en los términos establecidos por los artículos 76 y 77 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimo.
A014	Instrumentar campañas de restauración, reforestación y recuperación de manglares y otros humedales en las zonas de mayor viabilidad ecológica.	No aplica al proyecto, porque en el predio no hay vegetación de manglar. El mangle más cercano se encuentra a 1,727 metros de distancia.
A015	Promover e impulsar la reubicación de instalaciones que se encuentran sobre las dunas arenosas en la zona costera del ASO.	No aplica al proyecto, toda vez que en el sitio del proyecto no existe dunas arenosas, colinda con la zona federal de la Laguna de Bacalar
A016	Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO.	No aplica al proyecto, toda vez que el predio no se encuentra dentro de un área natural protegida.
A017	Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas.	No aplica al proyecto, en el sitio del proyecto no hay áreas consideradas como degradadas. La acción es responsabilidad de la autoridad competente.
A018	Promover acciones de protección y recuperación de especies bajo algún régimen de protección considerando en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059 SEMARNAT-2010).	En el predio no se tiene la presencia de especies de fauna listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Sin embargo, se llegará a observarse alguna especie listada, esta será respetada, prohibiendo en todo momento su captura y cualquier otra forma de afectación.
A019	Los programas de remediación que se implementen, deberán ser formulados y aprobados de conformidad con la Ley General para la Prevención y Gestión	El proyecto lleva a cabo un plan de manejo de residuos de conformidad con la Ley General para la prevención y gestión integral de los residuos, y demás normatividad aplicable.

	Integral de los Residuos, y demás normatividad aplicable.	
A020	Promover el uso de tecnologías de manejo de la caña en verde para evitar las emisiones producidas en los periodos de zafra.	No aplica al proyecto.
A021	Fortalecer los mecanismos de control de emisiones y descargas para mejorar la calidad del aire, agua y suelos, particularmente en las zonas industriales y urbanas del ASO.	No aplica al proyecto.
A022	Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por los hidrocarburos.	No aplica al proyecto.
A023	Fomentar la aplicación de medidas preventivas y correctivas de contaminación del suelo con base a riesgo ambiental, así como la aplicación de acciones inmediatas o de emergencia y tecnologías para la remediación in situ, en términos de la legislación aplicable.	La presente acción corresponde a las autoridades correspondientes. El promovente se da por enterado. Sin embargo, el proyecto cuenta con medidas de prevención y mitigación durante todas las etapas del proyecto.
A024	Fomentar el uso de tecnologías para reducir la emisión de gases de efecto invernadero y partículas al aire por parte de la industria y los automotores cuando ello sea técnicamente viable.	El proyecto no implica realizar actividades industriales. En cuanto a los vehículos, estos deben de cumplir con la normatividad aplicable.
A025	Promover la participación de las industrias en acciones tendientes a una gestión adecuada de residuos peligrosos, con el objeto de prevenir la contaminación de suelos y fomentar su preservación.	No aplica al proyecto.
A026	Promover e impulsar el uso de tecnologías "Limpias" y "Ambientalmente amigables" en las industrias registradas en el ASO y su área de influencia. Fomentar que las industrias que se establezcan cuenten con las tecnologías de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.	No aplica al proyecto.
A027	Mantener al mínimo posible la superficie ocupada por las instalaciones de infraestructura en las playas para evitar su perturbación.	No aplica al proyecto. No existen playas en la zona del proyecto.
A028	Promover las medidas necesarias para que la instalación de infraestructura de ocupación permanente sobre el primero o segundo cordón de dunas eviten generar	No aplica al proyecto. No existen dunas en la zona del proyecto.

	efectos negativos sobre su estructura o función ecosistémica.	
A029	Promover la preservación del perfil de la costa y los patrones naturales de circulación de las corrientes alineadas a la costa, salvo cuando dichas modificaciones correspondan a proyectos de infraestructura que tengan por objeto mitigar o remediar los efectos causados por alguna contingencia meteorológica o desastre natural.	No aplica al proyecto. En el predio no se cuenta con zona de costa propiamente, sino que se tiene la franja lagunar, cuyo perfil no será modificado.
A030	Generar o adaptar tecnologías constructivas y de ingeniería que minimicen la afectación al perfil costero y a los patrones de circulación de aguas costeras.	No aplica al proyecto. El proyecto no se encuentra en una zona de costa propiamente, sino que se tiene una franja lagunar.
A031	Promover la preservación de las características naturales de las barras arenosas que limitan los sistemas lagunares costeros.	No aplica al proyecto. El proyecto no se encuentra cerca de las barras arenosas que limitan los sistemas lagunares costeros
A032	Promover el mantenimiento de las características naturales, físicas y químicas de playas y dunas costeras.	No aplica al proyecto. El proyecto no se encuentra en una zona de playas y dunas costeras.
A033	Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica, excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.	El proyecto no contempla el aprovechamiento de energía eólica.
A034	Promover mecanismos de generación de energía eléctrica usando la fuerza mareomotriz.	El proyecto no contempla el aprovechamiento de energía mareomotriz.
A035	Promover la generación energética por medio de tecnologías mini hidráulicas.	No aplica al proyecto.
A036	Promover el aprovechamiento de la energía geotérmica.	No aplica al proyecto.
A037	Promover la generación energética por medio de energía solar.	El proyecto no contempla el aprovechamiento de energía solar.
A038	Impulsar el uso de los residuos agrícolas para la generación de energía y reducir los riesgos de incendios forestales en las regiones más secas.	No aplica al proyecto. En el proyecto no se generarán residuos agrícolas.
A039	Promover la reducción del uso de agroquímicos sintéticos a favor del uso de mejoradores orgánicos.	Los plaguicidas y fertilizantes que se utilicen para las áreas verdes serán preferentemente orgánicos y aquellos autorizados por el CICOPLAFEST.

A040	Impulsar la sustitución de las actividades de pesca extractiva por actividades de producción acuícola con especies nativas de la zona en la cual se aplica el programa y con tecnologías que no contaminen el ambiente y cuya infraestructura no afecte los sistemas naturales.	No aplica al proyecto. El proyecto no contempla actividades de pesca de ningún tipo.
A041	Fortalecer los mecanismos de seguimiento y control de las pesquerías comerciales para evitar su sobreexplotación.	No aplica al proyecto.
A042	Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia de las actividades extractivas de especies marinas de captura comercial, especialmente aquellas que se encuentran en las categorías en deterioro o en su límite máximo de explotación.	No aplica al proyecto.
A043	Fomentar la creación, impulso y consolidación de una flota pesquera de altura para el manejo de los recursos pesqueros oceánicos.	No aplica al proyecto.
A044	Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías.	No aplica al proyecto.
A045	Desarrollar e impulsar el uso de la fauna de acompañamiento, salvo las especies que se encuentran en algún régimen de protección, para la producción comercial de harinas y complementos nutricionales.	No aplica al proyecto.
A046	Incentivar el cumplimiento de los mecanismos existentes para controlar el vertido y disposición de residuos de embarcaciones, en las porciones marinas tanto costeras como oceánicas.	El proyecto no tiene zonas costeras marina u oceánicas.
A047	Monitorear las comunidades planctónicas y áreas de mayor productividad marina para ligar los programas de manejo de pesquerías de manera predictiva con estos elementos.	No aplica al proyecto.
A048	Contribuir a redimensionar y ajustar las flotas pesqueras y los esfuerzos de captura a las capacidades y estados actuales y previsibles de las poblaciones en explotación.	No aplica al proyecto. En el proyecto no se desarrollarán actividades pesqueras.

A049	Contribuir a la construcción, modernización y ampliación de la infraestructura portuaria de apoyo a la producción pesquera y turística para embarcaciones menores.	No aplica al proyecto.
A050	Promover el desarrollo de Programas de Desarrollo Urbano y Programas de Conurbación con el fin de dotar de infraestructura de servicios a las comunidades rurales.	No aplica al proyecto.
A051	Promover la construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para mejorar la comunicación.	No aplica al proyecto.
A052	Promover el uso sostenible de la tierra/agricultura (cultivos, ganado, pastos y praderas, y bosques) y prácticas de manejo y tecnología que favorezcan la captura de carbono.	No aplica al proyecto. No se realizarán actividades agrícolas o ganaderas.
A053	Desincentivar y evitar el desarrollo de actividades productivas extensivas.	No aplica al proyecto. En el proyecto no se realizarán actividades productivas.
A054	Promover la sustitución de tecnologías extensivas por intensivas en las actividades acordes a la aptitud territorial, utilizando esquemas de manejo y tecnología adecuada para minimizar el impacto ambiental.	El proyecto se ha diseñado con tecnologías y metodologías que minimicen los impactos ambientales en la medida de lo posible.
A055	Coordinar los programas de gobierno que apoyan a la producción agropecuaria para actuar sinérgicamente sobre el territorio y la población que lo ocupa.	No aplica al proyecto. Estas son acciones que les corresponden a instancias gubernamentales.
A056	Identificar e implementar aquellos cultivos aptos a las condiciones ambientales cambiantes.	No aplica al proyecto.
A057	Evitar el establecimiento de zonas urbanas en zonas de riesgo industrial, zonas de riesgo ante eventos naturales, zonas susceptibles de inundación y derrumbe, zonas de restauración ecológica, en humedales, dunas costeras y manglares.	El proyecto no se considera como establecimiento de zona urbana.
A058	Realizar campañas para reubicar a personas fuera de las zonas de riesgo.	No aplica al proyecto.
A059	Identificar, reforzar o dotar de equipamiento básico a las localidades	No aplica al proyecto.

	estratégicas para la conservación y/o el desarrollo sustentable.	
A060	Establecer y mejorar sistemas de alerta temprana ante eventos hidrometeorológicos extremos.	No aplica al proyecto.
A061	Mejorar las condiciones de las viviendas y de infraestructura social y comunitaria en las localidades de mayor marginación.	No aplica al proyecto.
A062	Fortalecer y consolidar las capacidades organizativas y de infraestructura para el manejo adecuado y disposición final de residuos peligrosos y de manejo especial. Asegurar el Manejo Integral de los Residuos Peligrosos.	El proyecto contempla un Programa de Manejo Integral de Residuos.
A063	Instalar nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y optimizar las ya existentes.	El proyecto contará con un sistema propio de tratamiento de aguas residuales.
A064	Completar la conexión de las viviendas al sistema de colección de aguas residuales municipales y a las plantas de tratamiento.	No aplica al proyecto.
A065	Instrumentar programas de recuperación y mejoramiento de suelos mediante el uso de lodos inactivados de las plantas de tratamiento de aguas servidas municipales.	No aplica al proyecto.
A066	Incrementar la capacidad de tratamiento de las plantas para dar tratamiento terciario a los efluentes e inyectar aguas de mayor calidad al manto freático en apoyo, en su caso, a la restauración de humedales.	El proyecto contempla el tratamiento terciario de las aguas residuales mediante desinfección por cloración.
A067	Incrementar la capacidad de captación de aguas pluviales en las zonas urbanas y turísticas.	En el proyecto, las aguas pluviales disminuirán la demanda de agua, que se dispondrán en las áreas verdes.
A068	Promover el manejo integral de los residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial para evitar su impacto ambiental en el mar y zona costera.	No se cuenta con zona costera, no obstante, el proyecto contempla un programa de manejo de residuos sólidos.
A069	Promover el tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial para evitar su disposición en el mar.	No se cuenta con zona costera, no obstante, el proyecto contempla un programa de manejo de residuos sólidos.
A070	Realizar campañas de colecta y concentración de residuos sólidos	No aplica al proyecto. Estas son acciones que les corresponde a instancias gubernamentales.

	urbanos en la zona costera para su disposición final.	
A071	Diseñar e instrumentar acciones coordinadas entre sector turismo y sector conservación para reducir al mínimo la afectación de los ecosistemas en zonas turísticas y aprovechar al máximo el potencial turístico de los recursos. Impulsar y fortalecer las redes de turismo de la naturaleza (ecoturismo) en todas sus modalidades como una alternativa al desarrollo local respetando los criterios de sustentabilidad según la norma correspondiente.	No aplica al proyecto.
A072	Promover que la operación de desarrollos turísticos se haga con criterios de sustentabilidad ambiental y social, a través de certificaciones ambientales nacionales o internacionales, u otros mecanismos.	El proyecto cumplirá con cada uno de los criterios ambientales aplicables.
A073	Construir, modernizar y ampliar la infraestructura portuaria de gran tamaño de apoyo al turismo (embarcaciones mayores de 500 TRB (toneladas de registro bruto) y/o 49 pies de eslora), con obras sustentadas en estudios específicos, modelaciones predictivas y programas de monitoreo, que garanticen la no afectación de los recursos naturales.	No aplica al proyecto.
A074	Construir, modernizar y ampliar la infraestructura portuaria de gran tamaño de apoyo al tráfico comercial de mercancías (embarcaciones mayores de 500 TRB (toneladas de registro bruto) y/o 49 pies de eslora); con obras sustentadas en estudios específicos, modelaciones predictivas y programas de monitoreo, que garanticen la no afectación de los recursos naturales.	No aplica al proyecto.

- **Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región de Laguna Bacalar.**

El proyecto “Casa Lozano Gastón” se planea realizar dentro de una zona en donde el uso del suelo se encuentra regulado por el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región Laguna de Bacalar (publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del estado de Quintana Roo el 15 de marzo

de 2015), correspondiente a la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) Tu-7, misma que se ha denominado como “Costa Bacalar Norte” con una política ecológica de conservación, teniendo como uso predominante el Turismo hotelero intensivo y de acuerdo con el criterio **CONS-03** Se permite la construcción de vivienda residencial turística, siendo este el objetivo del proyecto.

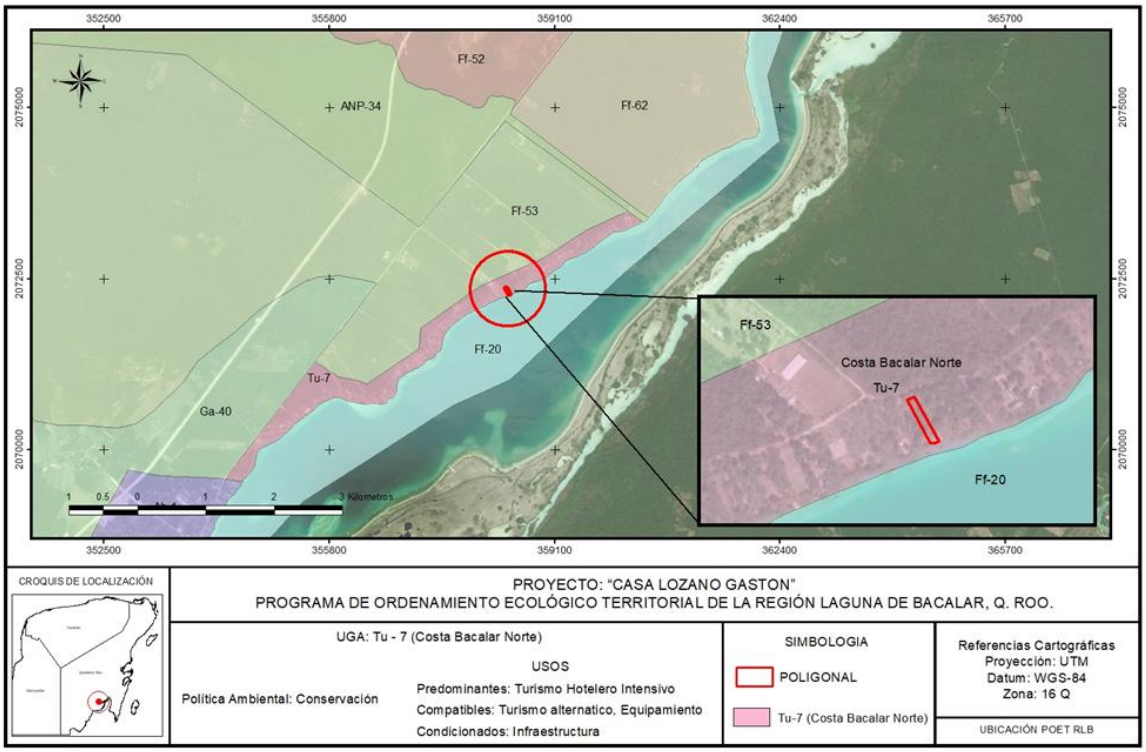


Imagen III. 03. Ubicación del predio del proyecto con respecto al POET de la Región de Laguna Bacalar

Como primer punto del presente capitulado, se describen en la siguiente Tabla los Criterios o Estrategias Generales aplicables del POET de la Región de Laguna Bacalar, Quintana Roo y su Propuesta de Cumplimiento con el proyecto respectivo.

Tabla III. 1. Cumplimiento de los Criterios Generales del POET de la Región de Laguna Bacalar, Q. Roo

Criterios Generales		Propuesta de Cumplimiento
1	No se permite la extracción de flora y fauna acuática en cenotes, excepto para fines de investigación autorizados por la SEMARNAT.	El predio del Lote 375 del proyecto denominado Casa Lozano Gastón, no se cuenta con cenotes, ni cavernas, ni dolinas.
2	El uso y aprovechamiento de dolinas, cenotes y cavernas estará supeditado a una evaluación de Impacto Ambiental que incluya estudios geológicos, hidrológicos y ecológicos que determinen el nivel de aprovechamiento.	
3	No se permite modificar o alterar física o escénicamente el interior de dolinas, cenotes y cavernas.	

Criterios Generales		Propuesta de Cumplimiento
4	Las actividades recreativas asociadas a cenotes deberán contar con un reglamento que minimice impactos ambientales hacia la flora, fauna y formaciones geológicas.	
5	Se prohíbe el desmonte, despalme y modificaciones a la topografía en una distancia menor de 50 m alrededor de los cenotes, dolinas o cavernas, así como el dragado, relleno, excavaciones o ampliaciones.	
6	Se prohíbe la remoción de la vegetación acuática nativa.	Dentro de la poligonal del predio para el presente proyecto no se cuenta con vegetación acuática nativa, se tomarán medidas para prevenir cualquier afectación a la vegetación acuática ubicada en la zona lagunar.
7	Se prohíbe la quema a cielo abierto de residuos sólidos.	En ninguna etapa se promoverá o realizará la quema de residuos sólidos
8	No se permite la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre la vegetación nativa.	Durante la etapa de preparación de sitio y construcción del proyecto, no se permitirá la disposición de ningún tipo de material derivados de obras sobre la vegetación nativa.
9	La disposición de baterías, acumuladores, plaguicidas y fertilizantes, así como sus empaques y envases, deberá cumplir con lo dispuesto en la LGEEPA en materia de residuos peligrosos.	Durante la construcción y operación del proyecto, no se utilizarán baterías, acumuladores, plaguicidas o fertilizantes.
10	Se prohíbe enterrar los desechos sólidos provenientes de asentamientos humanos.	En ninguna etapa del proyecto se permitirá o fomentará el entierro de ningún tipo de residuo; en el predio actualmente no existen asentamientos humanos.
11	Los actuales tiraderos a cielo abierto deberán cumplir con la NOM-083-SEMARNAT-2003.	Este proyecto trata de la construcción de una vivienda Turística (de acuerdo con el ordenamiento).
12	Se promoverá el composteo de los desechos orgánicos, para su utilización como fertilizantes orgánicos degradables en las áreas verdes.	Se aplicará este criterio en caso de generarse desechos orgánicos.
13	Se prohíbe la quema de corral o traspatio de desechos sólidos (basuras).	En ninguna etapa del proyecto se fomentará la quema de desechos de ningún tipo, los residuos vegetales que resulten de la preparación de sitio, serán triturados o

Criterios Generales		Propuesta de Cumplimiento
		dispersados en las áreas sin afectación para fomentar el enriquecimiento del suelo. Los residuos sólidos que generen los trabajadores involucrados en la construcción del proyecto serán depositados en bolsa para su traslado diario al relleno más cercano.
14	Las casas habitación que no puedan conectarse al drenaje, deberán contar con una fosa séptica para disponer de las aguas residuales propias.	Se prevé la instalación de una micro planta de tratamiento de las aguas residuales.
15	Toda emisión de aguas residuales deberá cumplir con la NOM-001-SEMARNAT-1996.	La planta de tratamiento cumple con lo dispuesto en la NOM-001-SEMARNAT-1996
16	No se permite la descarga directa de ningún tipo de drenaje en los cuerpos de agua y humedales.	Las aguas residuales no serán descargadas en el cuerpo de agua de la laguna de Bacalar, será tratada en una micro planta de tratamiento.
17	En los asentamientos humanos menores de 500 habitantes se deberán dirigir las descargas de aguas residuales hacia sistemas alternativos para su manejo.	El proyecto trata de una vivienda turísticas.
18	La extracción de agua en los pozos artesianos deberá sustentarse mediante los estudios que solicite la autoridad competente y deberá monitorearse constantemente la conductividad del agua para evitar la sobreexplotación (intrusión salina).	No se tiene contemplado para el presente proyecto, la extracción de agua a través de pozos artesianos.
19	Se promoverá en las áreas urbanas, turísticas o casas habitación la instalación de infraestructura para la captación del agua de lluvia.	En la construcción y operación de la obra, este criterio es contemplado como una medida de uso adecuado de los recursos.
20	Los estudios o manifestaciones de impacto ambiental que se requieran, deberán poner especial atención en el ahorro, el abasto del recurso agua y las medidas de prevención de contaminación al manto freático.	En la construcción y operación del proyecto se tendrá especial atención en el uso y manejo del agua, y la instalación de la micro planta de tratamiento de aguas residuales evitará el proceso de contaminación del manto freático.
21	Se debe dar preferencia a la rehabilitación de terracerías existentes en lugar de construir nuevas.	Dentro del predio no se construirán caminos, ya existe un camino de acceso de terracería.
22	En el mantenimiento de los laterales del derecho de vía sólo se permite el aclareo manual. (Ver glosario).	Dentro del predio no existirán caminos.

Criterios Generales		Propuesta de Cumplimiento
23	En la restauración de bancos de préstamo de material pétreo se deberá asegurar el desarrollo de la vegetación plantada y en su caso se repondrán los ejemplares que no sobrevivan.	Para el presente proyecto, no existe ni se realizarán bancos de préstamo de material pétreo.
24	En la restauración de bancos de préstamo de material pétreo la reforestación deberá llevarse a cabo con una densidad mínima de 1000 árboles por ha.	
25	En la restauración de bancos de préstamo de material pétreo la reforestación podrá incorporar ejemplares obtenidos del rescate de vegetación del desplante de los desarrollos turísticos, industriales o urbanos.	
26	No se permite la utilización de las palmas *Thrinax radiata* (Chit), *Pseudophoenix sargentii* (palma kuká), *Coccotrinax readii* (Nakax), como material de construcción, excepto aquellas que provengan de UMAS autorizadas.	Para el proyecto no se emplearán ningún tipo de palmas para construcción incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
27	El uso del manglar estará sujeto a las disposiciones de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, NOM-022-SEMARNAT-2003 y la Ley General de Vida Silvestre.	Dentro de la poligonal del predio para el presente proyecto, no existe vegetación de manglar.
28	Los viveros deberán contar con el registro de la SEMARNAT y la anuencia de Sanidad Vegetal.	En el proyecto no se contempla el establecimiento de un vivero.
29	Se recomienda promover la introducción de variedades de coco resistente al amarillamiento letal.	Para este proyecto, no se promoverá la introducción de ningún tipo de variedad de palma de coco.
30	El aprovechamiento de leña para uso doméstico deberá sujetarse a lo establecido en la NOM-012-SEMARNAT-1996.	En ninguna etapa del proyecto se promoverá o realizarán actividades que requieran el aprovechamiento de leña para uso doméstico.
31	No se permite el establecimiento de nuevos centros de población, mientras no exista un Programa de Desarrollo Urbano debidamente aprobado.	**No Aplican.** El proyecto consiste en el establecimiento de una vivienda turística.
32	El establecimiento de nuevos centros de población estará sujeto a manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional.	
33	Se recomienda la utilización de fertilizantes orgánicos biodegradables en áreas verdes, jardinadas y campos de cultivo.	Se aplicará este criterio en las áreas verdes del proyecto Casa Lozano Gastón.

Criterios Generales		Propuesta de Cumplimiento
34	Las actividades recreativas especializadas que se realicen, deberán ser supervisadas por un guía certificado. (Ver glosario).	No se ofertará en ninguna etapa, actividades recreativas.
35	Deberá evitarse el uso de sustancias químicas que contengan compuestos organoclorados, carbamatos o metales pesados.	Se respetará puntualmente este criterio, poniendo especial énfasis en el tipo de sustancias que serán empleadas durante la operación del proyecto.
36	Se prohíbe la extracción, captura o comercialización de especies de flora y fauna incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	En ninguna de las actividades se promoverá o permitirá a los trabajadores de la obra que capturen, perturben, cacen o molesten a especímenes de flora y fauna que pudieran estar presentes, especialmente en el caso de los listados en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
37	El aprovechamiento de aguas subterráneas, no deberá rebasar el 15% del volumen de recarga del acuífero y garantizará la no intrusión salina.	En el presente proyecto, se tiene contemplado la extracción de agua subterránea, se solicitará los permisos correspondientes ante la CONAGUA y se procederá a acatar el presente Criterio General.
38	En los sitios arqueológicos, solo se permitirá desmontar la cobertura vegetal necesaria para la restauración, mantenimiento y uso del sitio.	En el sitio del proyecto, no se cuenta con vestigios arqueológicos y/o ruinas.
39	En las zonas arqueológicas sólo se permite la construcción de obras, infraestructura o desarrollo avalada por el INAH.	
40	El uso (aplicación, control, almacenamiento) y desechos de compuestos, organofosforados, fosfatos o nitrogenados (pesticidas y fertilizantes), deberán apegarse a la normatividad aplicable, y a las consideraciones de la Guía de Plaguicidas Autorizados de Uso Agrícola vigente, y demás lineamientos que señale la Comisión Intersectorial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICLOPLAFEST).	En el sitio, por su fragilidad ecológica se pondrá especial atención a todo tipo de sustancias que sean empleadas dentro del predio, garantizando que cumplan con el catálogo CICOPLAFEST; que sean orgánicas, no persistentes, sin toxicidad, entre otros.
41	Solo se permite la captura de mamíferos acuáticos para fines de reproducción e investigación, previa autorización especial de SEMARNAT.	**No Aplica.** No se promoverá ni realizará captura en ninguna etapa para el presente proyecto.
42	Se prohíbe la desecación, dragado, y relleno de humedales y cuerpos de agua.	Dentro del predio para el proyecto presente, no existen humedales ni cuerpos de agua.

Criterios Generales		Propuesta de Cumplimiento
		La laguna de bacalar no será afectada en ninguna etapa del proyecto.
43	Las aguas residuales tratadas que vayan a ser reutilizadas en servicios públicos deberán cumplir con las especificaciones de la NOM-003-SEMARNAT-1997.	Las aguas residuales que se generen durante la operación del proyecto serán dispuestas en una Microplanta de tratamiento de aguas residuales tipo paquete. El efluente de la planta será infiltrado en un pozo de absorción y también podrá ser utilizado para el riego de las áreas verdes.
44	Los desechos de las construcciones o demoliciones (envases, empaques, cemento, cal, pintura, aceites, bloques, losetas, herrería y cancelería, etc.) deberán manejarse apropiadamente y disponerse, en los sitios designados por la autoridad correspondiente.	Se tomará este criterio en cuenta durante la construcción del proyecto.
45	Los materiales calificados como no permanentes tales como, la palma Chit, madera para la construcción de muelles, etc., deberá provenir de UMA's, ejidos o fuentes con autorización de explotación vigente al momento de la compra.	En caso de utilizar recursos forestales, será adquirido en predios con autorización.
46	Para las actividades de pesca tanto comercial como deportiva no se permite el uso de redes.	
47	En la construcción de instalaciones e infraestructura turística, urbana, de comunicaciones y de servicios, se deberá considerar la erosión y la alta probabilidad de incidencia de fenómenos Hidrometeorológico para calcular la resistencia necesaria de la infraestructura, su programa de mantenimiento, las acciones de prevención y corrección necesarias ante dichos fenómenos, así como los programas de contingencia correspondientes.	Estos factores han sido tomados en consideración durante la elaboración de los cálculos estructurales y de diseño y en su caso, de obras asociadas.
48	Para la edificación de cualquier infraestructura se deberá dar preferencia a la utilización de materiales de la región.	Se tomará en cuenta este criterio en caso de utilizar material de la región.
49	La cimentación de las construcciones no debe interrumpir la circulación del agua subterránea.	Se revisará y aplicará este criterio durante la fase de construcción del proyecto

Tabla III. 2. Criterios específicos de aplicación a la UGA Tu-7.

Nombre: Costa Bacalar Norte		**Identificador: TU-7**
Política: Conservación		
USOS		
Predominante		**Compatibles**
Turismo Hotelero Intensivo		Turismo Alternativo, equipamiento
Condicionados		**Incompatibles**
Infraestructura		Acuacultura, Agricultura, Agroforestería, ANP, Apicultura, Aprovechamiento acuífero, Asentamiento humano, Caza, Centro de población, Corredor natural, Extracción pétrea, Forestal, Ganadería, Industria, Manejo de flora y fauna, Pesca, Silvicultura
Criterios		
CRITERIO	**CONTENIDO**	**VINCULACION CON EL PROYECTO**
TURISMO ALTERNATIVO		
TA-01	La superficie no ocupada por la infraestructura turística podrá ser empleada para actividades de turismo alternativo y observación de la naturaleza que no requieran la construcción de infraestructura.	El proyecto consiste en una vivienda.
TA-02	Para llevar a cabo actividades recreativas, científicas o de turismo alternativo, deberá elaborar un programa de manejo.	En el proyecto no se consideran actividades recreativas, científicas o de turismo alternativo.
MARINAS		
MA-02	La instalación de marinas sólo se permitirá en sitios donde el eje transversal de la laguna tenga una longitud mayor a 800m y sujeta a la autorización en materia de impacto ambiental.	No se pretende construir marinas.
MA-03	La instalación de marinas estará sujeta a la autorización en materia de impacto ambiental. La Manifestación de Impacto Ambiental deberá incluir los estudios específicos sobre: Levantamientos de secciones de playa o costa, Levantamiento Batimétrico y Estudio de Caracterización de la Diversidad Biológica. Los desarrollos en unidades cuya costa sea marina deberán presentar además los estudios sobre: Transporte Litoral y Estudio de Mareas.	
MA-04	La instalación de marinas deberá garantizar la calidad del agua y el mantenimiento de los procesos de transporte litoral.	
CAMPOS DE GOLF		
CG-02	Se prohíben los campos de golf.	No se implementará ningún desarrollo de campo de golf.
DENSIDADES		

DEN-01	El número total de cuartos que es posible construir en un predio, se obtiene al multiplicar la densidad (cuartos por hectárea) asignada a la unidad de gestión ambiental en donde se encuentra el predio por la superficie total del mismo (hectáreas).	No aplica este criterio para el presente proyecto, ya que este corresponde a una vivienda.
DEN-02	La densidad no podrá transferirse entre UGA´s ni entre predios.	No se requiere transferir densidades. El predio se ubica totalmente dentro la UGA Tu-07. Con las densidades que le aplica son suficientes para el desarrollo del proyecto.
DEN-03	Se considera equivalente dos y medio cuartos de hotel con una vivienda residencial turística.	El proyecto corresponde a una vivienda.
DEN-04	La cuantificación del total de cuartos por predio incluye los cuartos hoteleros y las habitaciones del personal de servicio.	No aplica este criterio para el presente proyecto, ya que este corresponde a una vivienda.
DEN-09	Los desarrollos turísticos establecidos en ésta área no excederán una densidad de 18 cuartos por hectárea.	El proyecto corresponde a una vivienda.
BANCOS DE MATERIAL		
BM-02	Se prohíbe la ubicación de bancos de extracción de material.	No aplica, el proyecto es de índole habitacional y no establecerá banco de material.
BM-04	No se permite la extracción de arenas y materiales calizos no consolidados.	No pretende la extracción de arena y material calizo.
BM-08	No se permite el uso de bancos de extracción de material como rellenos sanitarios.	No pretende el uso de bancos de extracción de materiales.
MANGLARES		
MAN-01	Los caminos que se construyan sobre manglares deberán de realizarse sobre pilotes, en concordancia con lo dispuesto en la NOM-022-SEMARNAT-2003.	El proyecto no contempla la construcción de caminos.
MAN-04	Se permite el uso ecoturístico del manglar y los humedales para la contemplación de la naturaleza, paseos fotográficos y senderismo.	En el proyecto no se tiene contemplado ninguna actividad en el área del frente de la Laguna.
MAN-05	En ningún caso se permitirá la disposición de aguas tratadas en el manglar.	En el frente de predio no existe vegetación de manglar y no se prevé la disposición de aguas tratadas en la Laguna.
MAN-06	Las obras de ingeniería que se realicen sobre humedales deberán contar con autorización en materia de impacto ambiental. La Manifestación de Impacto Ambiental deberá considerar las acciones para garantizar el flujo y reflujo de agua superficial y subterránea dentro y entre los ecosistemas, apegándose a la NOM-022-SEMARNAT-2003.	No se realizará ninguna obra de ingeniería sobre humedales, ya que no se cuenta con la presencia de estos en el predio.
GANADERIA		

GAN-02	Se prohíbe la actividad ganadera en centros urbanos y turísticos.	No aplica al proyecto. Ya que este corresponde a una vivienda y no contempla la actividad de ganadería.
ZOFEMAT		
ZFMT-01	El ancho de los accesos vehiculares a la zona costera deberá tener como máximo 20 m incluyendo el derecho de vía.	En el área del proyecto existe un acceso vehicular de terracería, que tiene un ancho aproximado de 10 m, que corresponde al Boulevard Aarón Merino. Además, no se prevé el acceso vehicular hacia la zona federal y no se permitirá el tránsito de vehículos al frente lagunar.
ZFMT-02	En la realización de cualquier obra o actividad, deberá evitarse la obstrucción de los accesos actuales a la Zona Federal Terrestre.	La zona federal del predio se encuentra es un desnivel de 0.81 m con respecto del nivel de la laguna (el predio se encuentra a una altura de 17.5 m de altura), por lo que acceso a la zona federal es por la laguna de Bacalar, sin embargo, el proyecto no contempla bardas perimetrales en esta zona a fin de permitir el acceso Zona Federal Lagunar.
ZFMT-03	En la Zona Federal Marítima Terrestre sólo se permite la construcción de estructuras temporales, como palapas de madera o asoleaderos.	El proyecto no se contempla ningún tipo de obra en la Zona Federal.
ZFMT-04	Todo proyecto de desarrollo en la zona costera, deberá contar con accesos públicos a la zona federal marítimo terrestre.	El predio del proyecto no se ubica sobre zona costera si no sobre zona lacustre al ubicarse en el margen de una Zona Lagunar, la cual es un bien de la Nación, aun cuando estuviera concesionada, el Promovente garantizará el libre acceso a la misma, no así a la propiedad.
FAUNA		
FA-02	Las actividades que se realicen deberán poner énfasis en causar el menor impacto posible a poblaciones de especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2001.	En el predio no se tiene la presencia de especies de fauna listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Sin embargo, se llegará a observarse alguna especie listada, esta será respetada, prohibiendo en todo momento su captura y cualquier otra forma de afectación.
FA-03	Los desarrollos turísticos y habitacionales deberán garantizar la permanencia del hábitat y las poblaciones de cocodrilos (Crocodilus morelleti y Crocodilus acutus).	En el predio no existen poblaciones de estas especies.
MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS		

MRS-01	Los asentamientos humanos y desarrollos turísticos deberán contar con un programa integral de reducción, separación y disposición final de desechos sólidos.	En la implementación del proyecto se considera un programa de separación, reúso, reciclaje, compostaje y disposición final de todos los residuos que ahí se generen. Se anexa programa de manejo de residuos sólidos.
MRS-04	Los asentamientos humanos deberán contar con infraestructura para el acopio y manejo de desechos sólidos.	La comunidad de Bacalar cuenta con un relleno sanitario.
MRS-05	Se deberá contar con áreas acondicionadas para almacenar temporalmente la basura inorgánica, para posteriormente trasladarla al sitio de disposición final.	Se aplicará este criterio durante la operación del proyecto.
MRS-06	Los campamentos de construcción deberán contar con un sistema de colección de desechos sanitarios y sólidos para su posterior disposición en áreas autorizadas por el Municipio.	Se tiene contemplado la instalación de sanitarios tipo SANIRENT a razón de 1 por cada 20 trabajadores.
MRS-07	Se prohíbe la ubicación de rellenos sanitarios. En su lugar se promoverá la utilización de tecnologías alternativas para el manejo y disposición de la basura.	En el proyecto no se tiene contemplada la ubicación de relleno sanitario, los residuos sólidos que se generen por parte de los operarios, en la construcción del proyecto, serán dispuestos en contenedores para su traslado al relleno sanitario de Bacalar.
MRS-08	El manejo de los residuos biológicos infecciosos se sujetará a lo dispuesto en la NOM-SEMARNAT-SSA1-2002.	En el proyecto no se generarán residuos infecciosos.
MRS-09	No se permite la quema de desechos vegetales producto del desmonte.	Los residuos vegetales que resulten del proceso de preparación de sitio serán triturados y dispersados en las áreas que no serán afectadas por el desmonte, para su incorporación al suelo.
MANEJO DE RESIDUOS LÍQUIDOS		
MRL-01	La construcción de obras e infraestructura para el drenaje pluvial deberá contemplar el máximo histórico de tormentas para la zona.	Se contempló este criterio en la ubicación del proyecto dentro del predio.
MRL-02	Toda obra urbana, suburbana y turística deberá contar con drenaje pluvial y sanitario separados.	El proyecto contempla drenaje pluvial y sanitario de manera separada.
MRL-03	Las plantas de tratamiento de aguas servidas deberán contar con un sistema que considere la estabilización, desinfección y disposición final de lodos de acuerdo con las disposiciones de la NOM-004-SEMARNAT-2002.	Este criterio es aplicado en el diseño de la planta de tratamiento. El sistema de tratamiento de aguas residuales tiene la ventaja de generar una cantidad muy pequeña de lodos, por lo que cuando sea necesario

		retirarlos (cada 3 o 5 años), Como parte final para la disposición de los lodos se realizará un contrato con la empresa SANIRENT DE MEXICO S.A. DE C.V., el cual se encargara de dar el tratamiento final a los lodos generados en la PTAR del proyecto, donde se complementarán sus procesos para su deshidratación, estabilización y disposición final. Cabe señalar que el proyecto mantendrá un seguimiento a los procesos que la empresa transportista y coordinará acciones con los responsables de la Planta de tratamiento local para garantizar el correcto manejo, estabilización y disposición de estos residuos.
MRL-04	Se prohíbe la descarga de drenaje sanitario y desechos sólidos sin tratamiento en los cuerpos de agua y zonas inundables.	En ningún momento se dispondrán las aguas residuales estén tratadas o no a la laguna de Bacalar.
MRL-05	Queda prohibida la construcción de pozos de absorción para el drenaje doméstico como sistema único de tratamiento.	Este criterio es contemplado en el diseño del proyecto y no se construirá pozo de absorción.
MRL-06	Los desechos sólidos, el agua de sentinas y de los sistemas sanitarios de las embarcaciones sólo se dispondrán en muelles y marinas, mismos que contarán con el equipamiento de recepción, para su traslado a los sitios de tratamiento y disposición final.	No aplica. No se contará con embarcaciones que generen aguas de sentinas ni aguas residuales.
FLORA		
FLO-02	Se deberá establecer por lo menos un vivero previo a la etapa de construcción o desarrollo del proyecto para el acopio, rescate y reproducción de la vegetación nativa, misma que será utilizado en reforestación, áreas jardinadas y en su caso restauración.	La vegetación presente en el sitio del proyecto no es susceptible de rescate, por lo que no es necesario la instalación de un vivero en el sitio del proyecto. La vegetación que se usará con este fin será adquirida en los viveros de la ciudad de Chetumal y Huay -Pix.
FLO-03	Las áreas donde se mantenga la vegetación nativa dentro de los predios que sean empleados para la creación de desarrollos turísticos, estarán sujetas a conservación, mantenimiento y en su caso restauración, las que serán responsabilidad de los promoventes del desarrollo.	Todas las áreas destinadas como conservación en el sitio del proyecto serán enriquecidas con especies de interés ecológica para la zona y del promovente, y se dará un mantenimiento periódico.
FLO-05	El aprovechamiento de las hojas de las palmas *Thrinax radiata* (chit), *Pseudophoenix sargentii* (palma kuka), *Coccothrinax readii* (nakas), *Chamaedorea seifrizii* (xiat), *Beaucarnea ameliae*	El proyecto no contempla el uso estas especies como materiales de construcción.

	(despeinada) y demás plantas silvestres sólo se permitirá en las unidades de conservación, manejo y aprovechamiento de la vida silvestre (UMAS), autorizadas por la SEMARNAT.	
FLO-06	La decisión de la forma y tipo de reforestación en las áreas de conservación y protección, después de fenómenos naturales como fuego o ciclones y los antropogénicos, quedará a cargo de la SEMARNAT.	En caso de que el sitio del proyecto sufriera alguna afectación por la acción de algún fenómeno meteorológico, el promovente informará a esta secretaria y se acatarán las acciones que se indiquen, a fin de dar cumplimiento al criterio.
FLO-07	Los proyectos a desarrollar deberán garantizar la conectividad de la vegetación natural entre las colindancias de los predios para asegurar la permanencia y continuidad de las comunidades y poblaciones naturales y endémicas del área, así como la posibilidad de movilización de la fauna silvestre. Esta vegetación deberá estar distribuida en una retícula en todo el predio.	Los predios vecinos carecen de vegetación.
FLO-08	Previo al desmonte para la construcción de obras de ingeniería, se deberá llevar a cabo el rescate de ejemplares de flora y fauna susceptible de ser reubicado. Una vez terminadas las obras se deberán reforestar aquellas áreas afectadas por el proceso de construcción (derechos de vías, caminos laterales, etc.), usando únicamente especies, nativas, por lo que queda prohibido para esta actividad, el uso de pino de mar (Casuarina equisetifolia), framboyán (Delonix regia), tulipán africano (Spathodea) y almendro (Terminalia cattapa).	El predio carece de vegetación arbustiva y herbácea, solo se encuentra el estrato arbóreo y se están dejando los árboles para integrarlos al paisaje de la zona y del proyecto. Para dar cumplimiento al presente criterio, en los anexos del presente estudio se encuentra el programa de rescate y reubicación de flora y fauna. Así mismo, se encuentra el programa de reforestación de flora.
FLO-09	El trazo de las nuevas vialidades deberá respetar los árboles de al menos 30 cm de diámetro en concordancia con la evaluación de impacto ambiental correspondiente.	No se contempla realizar vialidades en el proyecto, solamente andadores internos.
FLO-10	Se promoverá la erradicación de las plantas exóticas perjudiciales a la flora nativa, particularmente el pino de mar (*Casuarina equisetifolia*) framboyán (*Delonix regia*) tulipán africano (*Spathodea*) y almendro (*Terminalia cattapa*). Se restablecerá la flora nativa.	Se cumplirá este criterio, aun cuando no se ha observado la presencia de estas especies en el predio, se vigilará de no incluirlas en el programa de reforestación y de erradicarlas si fueran detectados juveniles en el futuro.
FLO-11	Exclusivamente para áreas verdes jardinadas se permite el uso de especies exóticas cuya capacidad de propagación natural esté suprimida.(consultar lista en anexos).	Se respetará este criterio. Incluso en las áreas ajardinadas se priorizará el uso de especies endémicas.
ÁREAS URBANAS		

URB-01	Podrán establecerse estaciones de servicios relacionados con hidrocarburos (gasolineras), debiendo cumplir con la Reglamentación de Franquicias Tres Estrellas establecida por Petróleos Mexicanos (PEMEX).	No aplica al proyecto.
URB-03	En áreas jardinadas públicas y privadas se emplearán plantas nativas, el uso de especies exóticas se restringirá a aquellas cuya capacidad de propagación natural esté suprimida. (Ver listado anexo "Especies Exóticas")	Se tomará en cuenta el criterio, así mismo, se informa que para todas las áreas verdes del proyecto se hará uso de plantas de la región adquiridas en los viveros autorizados.
INDUSTRIA		
IND-04	No se permitirá la instalación de industrias cementeras, bloquera o similares.	El proyecto no contempla la instalación de infraestructura de la industria cementera.
IND-05	No se permiten las instalaciones de infraestructura de la industria petroquímica, así como los depósitos de combustibles.	El proyecto no contempla la instalación de infraestructura de la industria petroquímica, ni depósitos de combustible.
CARRETERAS Y CAMINOS		
CyC-01	Los caminos que se realicen sobre zonas inundables deberán construirse de tal forma que garanticen los flujos hidrodinámicos, así como la integridad de los corredores biológicos	No se prevé la construcción de caminos dentro del predio o como parte del proyecto.
CyC-02	En las vialidades que atraviesan zonas de conservación o protección, deben existir reductores de velocidad y señalamientos de protección de la fauna.	A pesar de tratarse de una UGA con Política de Conservación, el ecosistema está fragmentado y aislado mediante caminos y edificaciones. A pesar de ello el Promovente puede colocar letreros informativos en el derecho de vía del Boulevard Costero. Así mismo, en colindancia con el predio y en el paso del camino de acceso, no existen zonas de conservación o protección.
CyC-03	En la construcción o rehabilitación de caminos costeros deberán utilizarse materiales que permitan la filtración de agua al subsuelo.	El acceso al predio es de terracería y se considera permeable.
CyC-04	Los caminos de acceso al cuerpo de agua deberán ser evaluados y aprobados a partir de la correspondiente Manifestación de Impacto Ambiental.	El acceso al predio es de terracería y se considera permeable.
CyC-05	En las orillas de caminos rurales, más allá del derecho de vía, no se permite el derribe de árboles y arbustos.	Ya existe un camino de acceso al sitio del proyecto, por lo no se requerirá el derribe de árboles ni arbustos.
CyC-06	Los taludes y bordes en caminos se deberán estabilizar con vegetación nativa.	La vialidad interna de acceso a la vivienda unifamiliar será sobre terreno natural y no formará taludes.
INFRAESTRUCTURA BÁSICA Y DE SERVICIOS		

IBS-01	Las subestaciones eléctricas deberán situarse fuera de los asentamientos humanos y observar las normas establecidas por la Comisión Federal de Electricidad.	No aplica al proyecto, toda vez que se trata de un proyecto de vivienda.
IBS-02	Las instalaciones de depósitos de combustibles se ubicarán por lo menos a 5 Km. de los límites máximos de crecimiento de los asentamientos habitacionales.	
IBS-03	Se permite la instalación de infraestructura básica y de servicios, previa autorización en materia de impacto ambiental	En el presente estudio en materia de impacto ambiental se contemplan todas las obras a desarrollarse para el correcto funcionamiento y operación del proyecto.
CONSTRUCCIÓN		
CONS-03	Se permite la construcción de vivienda residencial turística.	Siendo este el objetivo del proyecto; por lo que el proyecto no se contrapone con este criterio, toda vez que se apega al esquema de planeación urbana que regula la zona.
CONS-04	Todo desarrollo deberá conservar el 60% de la superficie total del terreno en estado natural.	Las obras que se pretenden construir únicamente ocuparán el 16.04% de la superficie total del proyecto, dejando el 83.96% como área de conservación y enriquecimiento con plantas nativas de la región.
CONS-05	Cualquier abandono de actividad deberá presentar al menos con tres meses de anticipación, un programa de restauración de sitio.	Se acatará este criterio, sin embargo, por el tipo de proyecto no se contempla el abandono del sitio.
CONS-06	En los proyectos de desarrollo deberá dejarse una franja mínima de 20m de amortiguamiento con vegetación sin desmontar alrededor de los ecosistemas excepcionales. Se consideran como ecosistemas excepcionales: manglares, selva bien y medianamente conservada, playas, duna, cenotes, cavernas, rejolladas, etc. (artículado de LEEGEPA).	Se acatará este criterio, sin embargo, los predios vecinos carecen de vegetación. En el predio y sus colindancias no hay ecosistema de manglares, el manglar más cercano al predio es atravesando la Laguna de Bacalar a una distancia aproximada de 1,727 metros.
CONS-08	En áreas sujetas a inundaciones, la infraestructura deberá construirse sobre pilotes, garantizando el flujo laminar del agua.	El sitio donde se propone desarrollar el proyecto se ubica a 2 metros sobre el nivel del límite de la zona federal, por lo que no existe afectación del flujo laminar del agua.
CONS-09	Para toda obra que se realice deberán tomarse las medidas preventivas o correctivas necesarias para el manejo y la disposición de grasas, aceites, emisiones atmosféricas, hidrocarburos y ruido provenientes de la maquinaria en uso en las	Se toma en cuenta este criterio; todas las medidas preventivas y correctivas se encuentran descritas en el Capítulo VI de esta manifestación, las cuales serán implementadas cuando

	etapas de preparación de sitio, construcción y operación.	el proyecto sea autorizado para su construcción y operación.
CONS-10	Al finalizar la obra deberá removerse el campamento y sus componentes.	Se respetará este criterio, las obras provisionales serán totalmente desmontadas al término de la etapa de construcción.
CONS-11	El almacenamiento y manejo de materiales de construcción deberá evitar la dispersión de polvos fugitivos.	Los materiales particulados se mantendrán dentro del área destinada a bodega, cubiertos por lonas y humedecidos para evitar dispersión de polvos y reducción de la capacidad fotosintética de la vegetación circundante, así como el aporte de partículas a la columna de agua por volatilidad de los polvos.
CONS-12	Los campamentos de construcción deberán contabilizarse en la superficie total de desplante del proyecto, ubicados preferentemente en áreas perturbadas como potreros y acahuales jóvenes, nunca sobre humedales o zona federal marítimo terrestre.	El campamento estará ubicado dentro de la superficie destinada para acceso y estacionamiento, contemplados en el proyecto.
CONS-13	Las edificaciones en las zonas costeras no deberán rebasar los 20 metros de altura desde el nivel de terreno natural. Se exceptúan de este criterio los faros.	La vivienda alcanza 5 metros de altura.
CONS-14	Los proyectos sólo podrán desmontar las áreas destinadas a la construcción y vías de acceso en forma gradual de conformidad al avance del mismo.	Se acatará este criterio, por lo que el área contemplada para tal fin es de 16.04% de la superficie total del predio y se irán desmontando o limpiando de manera gradual de acuerdo con el programa de obra.
CONS-15	Las edificaciones en las zonas no costeras que excedan las 2 plantas o los 10 metros de altura, deberán sustentarse en estudios específicos de características físicas del suelo y el potencial de disolución cárstica.	El proyecto no se excede de estos parámetros. Las dos Guest Room, bodega de servicios y área social solo se contempla de una planta.
CONS-16	Se prohíbe la obstrucción y modificación de escurrimientos pluviales.	En esta zona los principales escurrimientos son horizontales de Noroeste a Sureste; el área destinada para la construcción del proyecto corresponde al 16.04% de la superficie total del predio, por lo que se garantiza que no se afectarán los escurrimientos pluviales ya que la pendiente natural del predio favorece a que la escorrentía continúe su curso natural desembocando en la laguna.
APROVECHAMIENTO DEL ACUÍFERO		

AA-01	Se prohíbe la extracción de agua de cenotes y afloramientos de caudales subterráneos.	En el predio no se tiene la presencia de cenotes ni afloramientos de caudales subterráneos.
AA-02	Para el aprovechamiento extractivo de los acuíferos se deberán presentar los estudios relacionados con la demanda, abasto, calidad de agua y el impacto ambiental causado por la explotación.	El proyecto no contempla el aprovechamiento extractivo de los acuíferos
AA-05	No se permite captación de agua subterránea para la transferencia de esta unidad a otra.	No se transferirá agua fuera del predio.
CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN		
CoCo-01	Se deberá captar y recuperar los aceites, grasas, combustibles y otro tipo de hidrocarburos vertidos en el agua para su reciclamiento o disposición final.	Se tendrá especial cuidado en este criterio a fin de dar cumplimiento, es importante mencionar que en el predio no se hará uso de lanchas o embarcaciones menores.
CoCo-03	Sólo se permite el uso de bronceadores y bloqueadores solares de tipo biodegradable.	Se tomará especial cuidado en el presente criterio y se instruirá a los usuarios del proyecto al uso de bronceadores y bloqueadores biodegradables.
ZONA LITORAL Y COSTERA		
ZLC-01	Las acciones tendientes a establecer medidas para el control de la erosión en la zona costera estarán sujetas a autorización en materia de impacto ambiental.	Se establecen medidas para reducir las pérdidas de suelo, por erosión.
ZLC-02	No se permite los dragados, espigones, la apertura de canales o cualquier obra o acción que modifique el contorno del litoral.	No aplica. No se realizarán estas obras o actividades en el predio.
ZLC-03	Se permite la construcción de muelles o atracaderos, piloteados o flotantes, solamente con materiales temporales y autorizados por la SEMARNAT y SCT. La Manifestación de Impacto Ambiental deberá incluir los estudios específicos sobre Levantamiento de secciones de playa o costa. Levantamiento Batimétrico y Estudios de Caracterización de la Diversidad Biológica. Los Desarrollos en unidades cuya costa sea marina deberán además los estudios sobre Transporte Litoral y Estudio de Mareas.	Se tomará en cuenta este criterio.
ZLC-04	No se permite la remoción de la vegetación acuática de lagunas, ríos y zona federal marítimo terrestre.	No se llevará a cabo la remoción de vegetación acuática existente en el sitio.
ACTIVIDADES NÁUTICAS		
AN-03	Para todas las actividades náuticas, los promotores deberán elaborar reglamentos de operación que minimicen los impactos ambientales. Dichos reglamentos serán sancionados por la SEDUMA.	No aplica al proyecto, toda vez que no se contempla llevar a cabo actividades náuticas.

ECOSISTEMAS EXCEPCIONALES		
Ecoex-01	Queda prohibida la construcción de infraestructura en ecosistemas vulnerables o de alto valor escénico, cultural o histórico que se localicen en las áreas destinadas al desarrollo turístico y urbano.	En el predio existe poca vegetación, dadas las modificaciones que ha existido en los límites de la comunidad de bacalar y que son áreas que fueron utilizadas como zonas de cultivo de temporal. Razón por la que no se considera como un ecosistema vulnerable.

3.4. UBICACIÓN DEL PROYECTO CON RELACIÓN A LAS ÁREAS DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA.

Un área ecológica significativa es una zona delimitada geográficamente que posee atributos ecológicos de importancia tal que merecen ser objeto de medidas de conservación. Entre estos atributos de importancia se destacan la presencia de especies nativas de fauna y flora destacadas. Los "otros" atributos, no sólo ecológicos sino también sociales, planteados por Gudynas (1994) para asegurar su preservación e integración en ámbitos urbanos son: demostración, representatividad, investigación, turismo y recreación, educación y oportunidad. (Bartorila, 2011).

En este contexto, se entenderá como áreas de importancia ecológica a aquellas porciones terrestres, acuáticas o marinas que, debido a sus características en términos de biodiversidad, conservación, extensión, o que funcionan como refugio para organismos de fauna, requieren una atención especial en términos de conservación y gestión. En esta categoría se incluyen las Áreas Naturales Protegidas (ANP) en todas sus modalidades, las regiones prioritarias, áreas de importancia para la conservación de las aves (AICA's), y sitios RAMSAR, entre otros.

A continuación, se presenta la relación del Proyecto en términos de su ubicación con estas áreas, y en caso necesario, se evalúa el impacto potencial que podría surgir.

- **Áreas Naturales Protegidas de carácter federal, estatal o municipal.**

De acuerdo con la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) en su artículo 3ro Fracción II. Un Área Natural Protegida se define como: *"Las zonas del territorio nacional y aquéllas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas…"*

Actualmente, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) gestiona un total de 232 áreas naturales de carácter federal, abarcando una extensión total de 98,000,718.5798 hectáreas. Estas áreas se clasifican en diversas categorías, tales como Reservas de la Biosfera, Parques Nacionales y Áreas de Protección de Flora y Fauna, entre otras. En el conjunto de Áreas Naturales Protegidas se incluyen las Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (602), con una superficie de 1,351,933.5835 hectáreas, las cuales representan iniciativas impulsadas por pueblos indígenas y comunidades locales. La superficie total de las Áreas Naturales Protegidas constituye el 11.76% del territorio terrestre nacional, mientras que abarca el 23.78% de la superficie marina del territorio nacional, según datos de la CONANP para el año 2024.

Conforme a los datos suministrados por la Dirección Regional Península de Yucatán y Caribe Mexicano de la CONANP, para el año 2025 se identifican un total de 38 Áreas Naturales Protegidas (ANP) en la Península de Yucatán, que engloban los estados de Yucatán, Campeche y Quintana Roo. La superficie total de estas áreas asciende a 9,870,272.6455 hectáreas, lo que denota una extensión considerable de territorio bajo protección en la región.

En la siguiente imagen se muestra que la zona en la que se ubica el predio que pretende aprovecharse, corresponde a la zona conocida como “Costa Bacalar Norte”, Quintana Roo, la cual no tiene incidencia de cualquier área natural protegida decretada. Sin embargo, la ANP 121 denominada como “Uaymil” es la más cercana al predio a una distancia aproximada de 47.666 km.

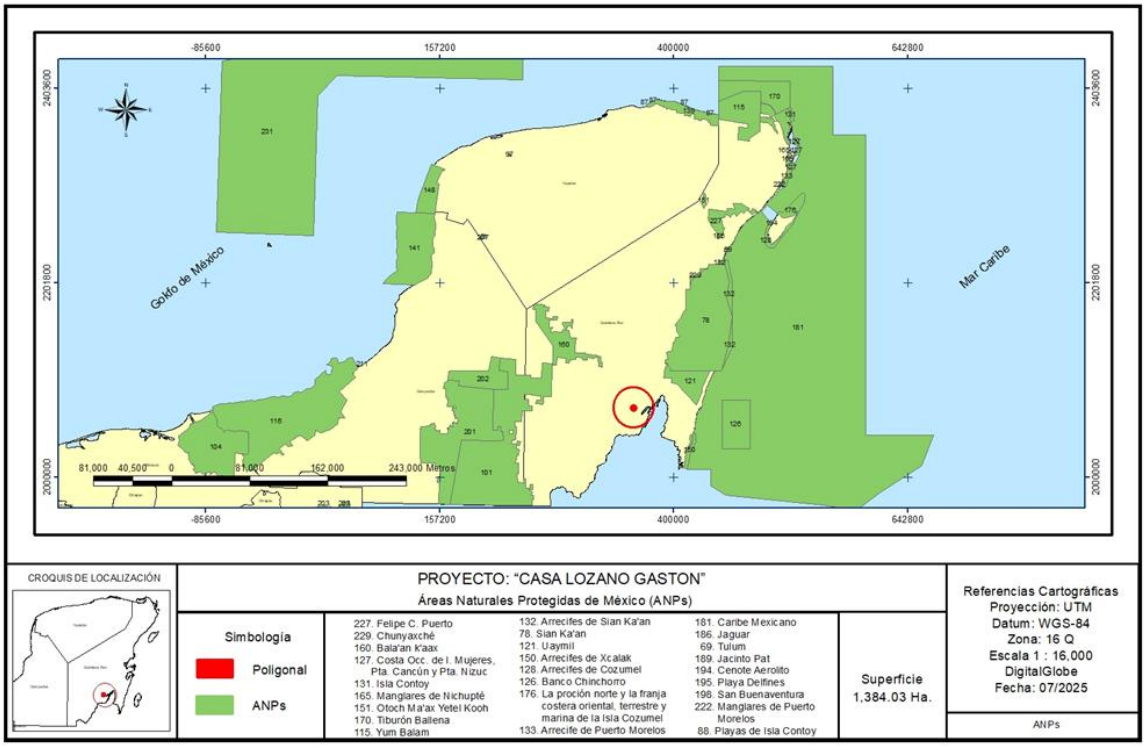


Imagen III. Ubicación del predio con respecto a las Áreas naturales protegidas (ANP).

- **Áreas de Interés para la Conservación de las Aves (AICA).**

El programa de las AICA (Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves) surgió como una idea conjunta de la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la preservación de las aves (CIPAMEX) y BirdLife International. Inició con apoyo de la Comisión para la Cooperación Ambiental de Norteamérica (CCA) con el propósito de crear una red regional de áreas importantes para la conservación de las aves. Para identificar las AICAS en el territorio mexicano, se invitó a especialistas e interesados en la conservación de las aves a un primer taller que se llevó a cabo en Huatulco, Oaxaca del 5 al 9 de junio, de 1996 en donde se reunieron alrededor de 40 especialistas, representantes de universidades y organizaciones no gubernamentales de diferentes regiones en México para proponer de manera regional Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves en México. En este Taller se identificaron 170 áreas, mismas que se difundieron, invitando a más personas a participar para conformar 193 áreas nominadas durante 1996-1997 (CONABIO 2022).

Un propósito fundamental de estas áreas es el servir como herramienta que ayude a normar criterios de priorización y de asignación de recursos para la conservación de estas.

Actualmente, para México se reportan un total de **243** AICA´s declaradas, esto de acuerdo con la última actualización de la base de datos de la CONABIO. En lo que concierne al desarrollo del Proyecto, este no incide directamente dentro y se encuentra próxima a un AICA, clasificada como: **AICA 197 Corredor Calakmul-Sian Ka'an,** a una distancia aproximada de 22.432 km, sin embargo, el proyecto no pondrá en riesgo esta zona ya que mantiene el 83.96% del predio como área de reserva forestal para que el predio pueda seguir brindando los servicios de anidación y protección para las aves de paso y locales.

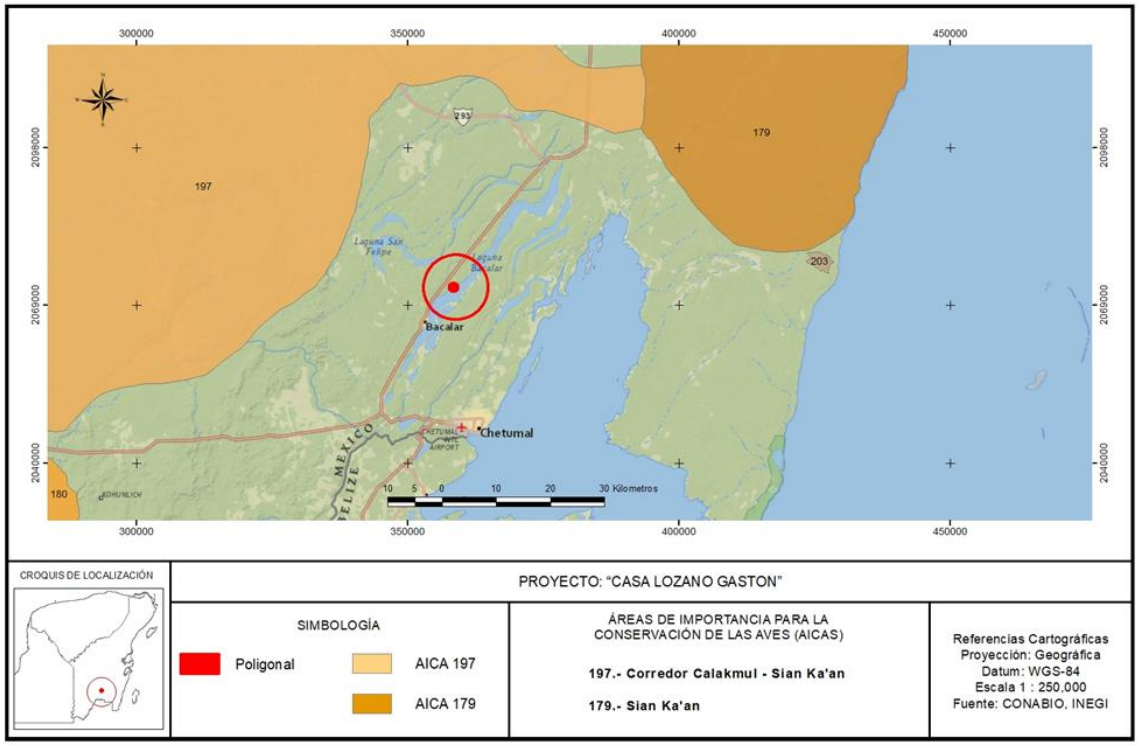


Imagen III. Ubicación del predio con respecto a las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA).

- **Regiones Marinas Prioritarias (RMP).**

El programa de RMP´s surge como iniciativa de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) con el apoyo de la agencia The David and Lucile Packard Foundation (PACKARD), la Agencia Internacional para el Desarrollo de la Embajada de los Estados Unidos de América (USAID), el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN) y el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF por sus siglas en inglés).

El resultado del programa detonó en la identificación, delimitación y caracterización de **70 áreas** costeras y oceánicas consideradas prioritarias por su alta diversidad biológica, por el uso de sus recursos y por su falta de conocimiento sobre biodiversidad.

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) instrumentó el Programa de Regiones Marinas Prioritarias de México, por medio de talleres multidisciplinarios de expertos del sector académico, gubernamental, privado, social y organizaciones no gubernamentales de conservación, realizados en 1998.

Mediante estos talleres se identificaron 70 áreas prioritarias, considerando criterios ambientales (integridad ecológica, endemismo, riqueza, proceso s oceánicos, etc.), económicos (especies de importancia comercial, zonas pesqueras y turísticas importantes, recursos estratégicos, etc.) y de amenazas (contaminación, modificación del entorno, efectos a distancia, especies introducidas, etcétera). (CONABIO, 2022).

La Región Marina Prioritaria más cercana al proyecto con una distancia aproximada de 4.46 km, es (RMP 66) denominada “Bahía Chetumal”, sin embargo, se identificó que el Proyecto **no incide** en su superficie, tal como se muestra en la siguiente imagen.

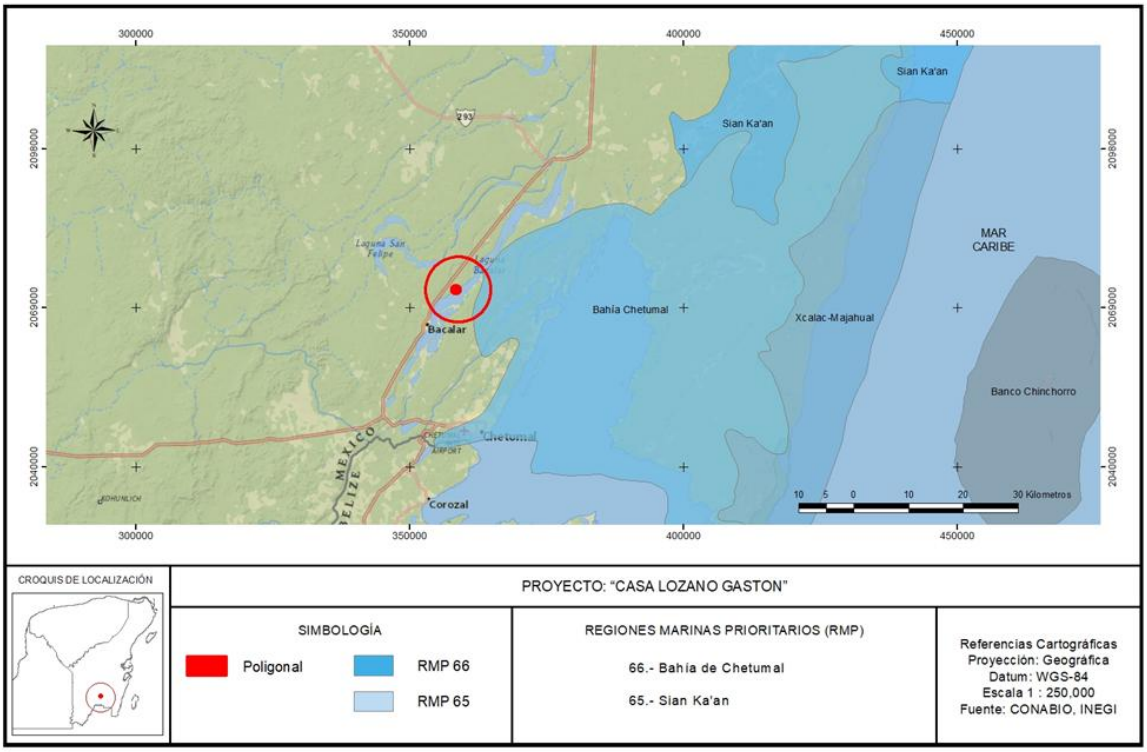


Imagen III. Ubicación del predio con respecto a las Áreas Marinas Prioritarias (RMP).

- **Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP).**

En mayo de 1998, la CONABIO inició el *Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias*, con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenido. Este programa junto con los *Programas de Regiones Marinas Prioritarias* y *Regiones Terrestres*

Prioritarias forman parte de una serie de estrategias instrumentadas por la CONABIO para la promoción a nivel nacional para el conocimiento y conservación de la biodiversidad de México.

Como parte de dicho programa, se realizaron dos talleres interdisciplinarios con la participación de 45 especialistas del sector académico, gubernamental y de organizaciones no gubernamentales coordinados por la CONABIO. Este programa contó con el apoyo económico del Fideicomiso Fondo para la Biodiversidad, *The David and Lucile Packard Foundation, The United States Agency for International Development*, el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza y el fondo Mundial para la Naturaleza.

Se identificaron un total de 110 RHP, de las cuales 82 corresponden a áreas de uso y 75 a áreas de alta riqueza biológica con potencial para su conservación; dentro de estas dos categorías, 75 presentaron algún tipo de amenaza. Se identificaron también 29 áreas que son importantes biológicamente, pero carecen de información científica suficiente sobre su biodiversidad. (CONABIO, 2017).

La imagen siguiente presenta la ubicación del área del proyecto en relación con las Regiones Hidrológicas Prioritarias **NO INCIDE** dentro de ninguna RHP, sin embargo, la más cercana al predio es la RHP (233) denominada "Humedales y lagunas de la Bahía de Chetumal, a una distancia aproximada de 3.34 km, esta no será directamente afectada por las actividades del proyecto.

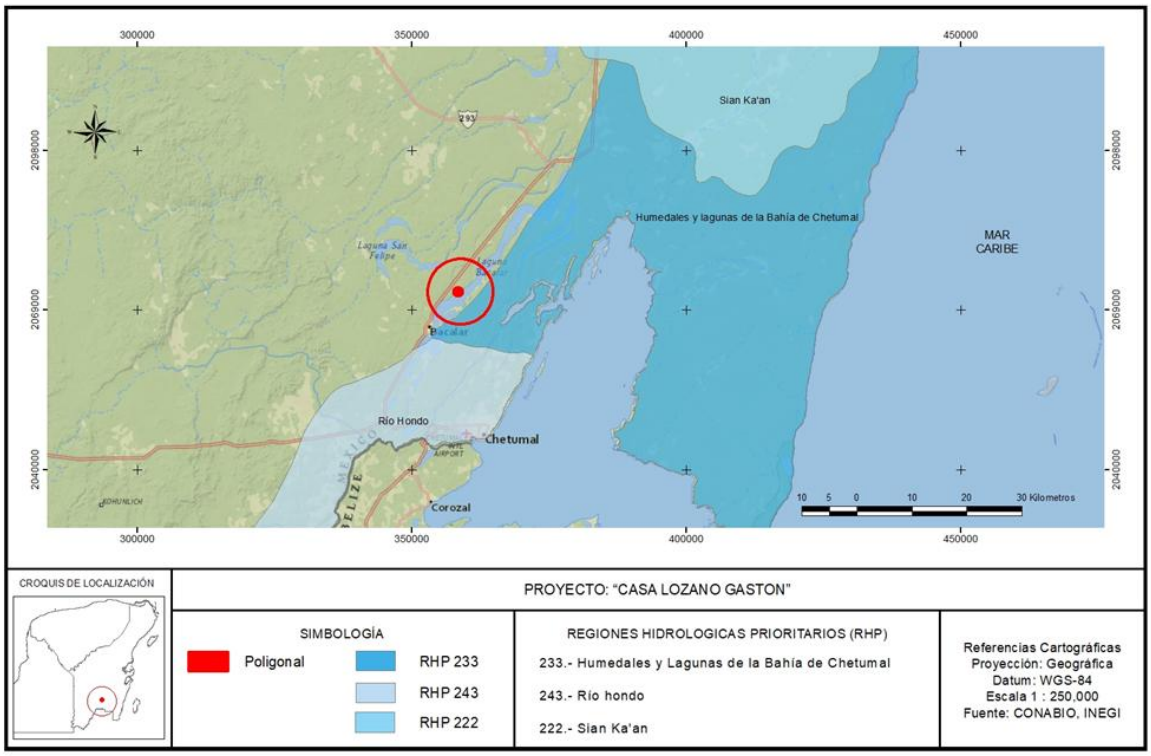


Imagen III. Ubicación del predio con respecto a las Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP).

- **Regiones Terrestres Prioritarias (RTP).**

Las Regiones Terrestres Prioritarias de México, delimitadas por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), representan áreas donde la conservación de los

ecosistemas es prioritaria para la preservación de las especies endémicas que los habitan, delimitadas bajo criterios de tipo biológico, de amenaza para el mantenimiento de la biodiversidad y de oportunidad para la conservación.

Las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) tienen como objetivo general la determinación de unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destaquen la presencia de una riqueza ecosistémicas y específica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación. (CONABIO, 2017)

En el territorio nacional existen **152** regiones terrestres prioritarias cubriendo un área de 515 558 km^2. En la imagen siguiente se aprecian las Regiones Terrestres Prioritarias por las que **INCIDE** el predio de Proyecto, la cual se menciona a continuación:

- (RTP 149) “Zonas forestales de Quintana Roo”.

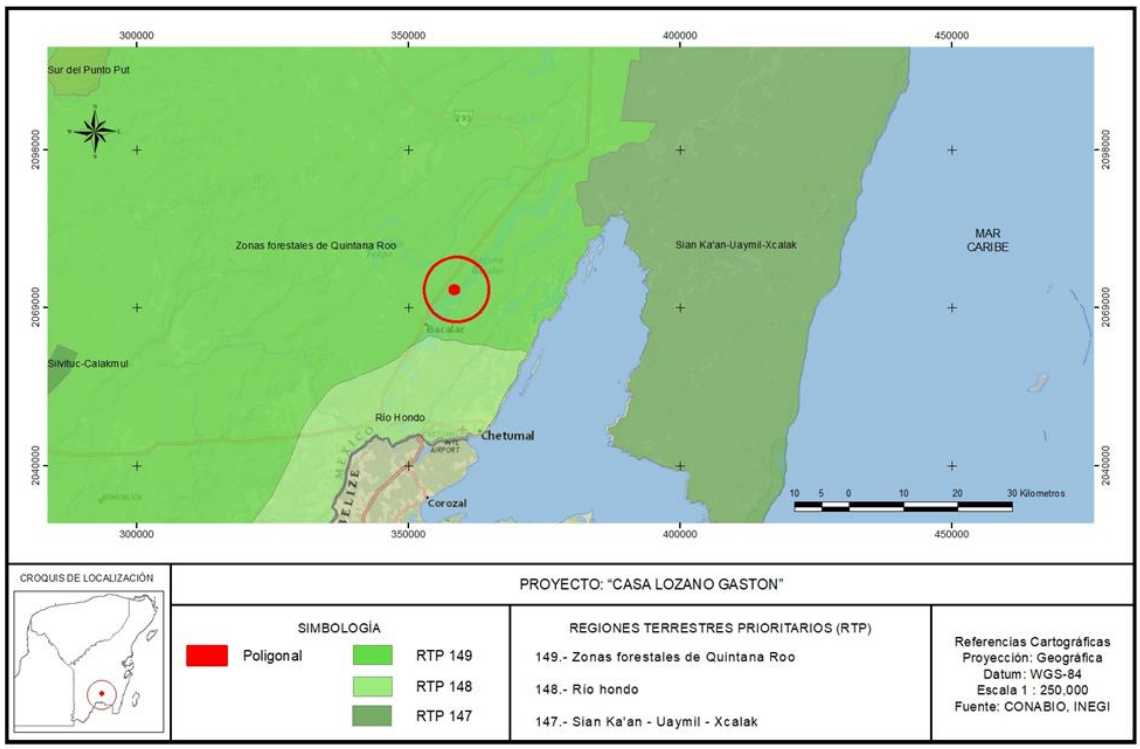


Imagen III. Ubicación del predio con respecto a las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP).

Para tales efectos, se hace la vinculación correspondiente con la RTP Zonas Forestales de Quintana Roo. Es la RTP número 149 y la principal problemática ambiental, de origen antropogénico, es la exposición a incendios forestales. Funciona además como un importante corredor biológico entre las RB Calakmul y Sian Ka’an, además de poseer especies de aves, mamíferos y plantas de importancia ecológica.

En ese sentido, el presente proyecto no tendrá afectaciones en la RTP-149 Zonas Forestales de Quintana Roo, ya que se trata de un proyecto que contará con medidas de mitigación, sobre todo para evitar la fragmentación del paisaje y mantener la conectividad entre las distintas áreas

naturales de la Cuenca hidrológica y de la Península de Yucatán en general. Además, quedará prohibido el uso de fuego para actividades de la preparación del sitio, conociéndose que es uno de los principales factores de riesgo para la RTP.

- **Sitios Ramsar.**

La Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional, conocida como la Convención de Ramsar, es un acuerdo internacional que promueve la conservación y el uso racional de los humedales. Es el único tratado mundial que se centra en un único ecosistema.

Según la Convención, la definición del término "humedal" se refiere a toda área terrestre que está saturada o inundada de agua de manera estacional o permanente. Entre los humedales continentales se incluyen acuíferos, lagos, ríos, arroyos, marismas, turberas, lagunas, llanuras de inundación y pantanos. Entre los humedales costeros se incluyen todo el litoral, manglares, marismas de agua salada, estuarios, albuferas o lagunas litorales, praderas de pastos marinos y arrecifes de coral. (RAMSAR, 2022)

Los sitios RAMSAR son humedales de importancia internacional por el hecho de cumplir uno o más criterios RAMSAR, cuyo nombre se debe a la ciudad de Rasar situada a orillas del Mar Caspio en el país de Irán, lugar donde se realizó la Convención sobre los Humedales firmada el 2 de febrero de 1971 (CONANP, 2010).

La importancia de los humedales radica en las funciones ecológicas que desempeñan, brindan protección contra tormentas e inundaciones; estabilizan la línea costera; controlan la erosión; retienen nutrientes y sedimentos; filtran contaminantes y estabilizan las condiciones climáticas locales, particularmente lluvia y temperatura; aseguran el abastecimiento de agua (cantidad y calidad); mantienen los recursos pesqueros; ayudan en la agricultura manteniendo las capas freáticas y reteniendo nutrientes en las llanuras aluviales; proveen madera y otros materiales de construcción, así como recursos energéticos (como materia vegetal) y forman parte del patrimonio cultural (CONANP, 2010).

México forma parte de la Convención de Ramsar desde 1986, es actualmente la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, la Dependencia del Gobierno Federal encargada, de llevar a cabo la aplicación de la Convención. Actualmente nuestro país cuenta con 142 Sitios Ramsar con una superficie total de casi nueve millones de hectáreas. Estos incluyen, entre otros tipos de humedales, manglares, pastos marinos, humedales de alta montaña, arrecifes de coral, oasis, sistemas cársticos y sitios con especies amenazadas. (SEMARNAT, 2022)

En relación con la ejecución del Proyecto, es relevante destacar que este se encuentra situado fuera de las áreas designadas como sitios Ramsar. En las proximidades del Proyecto se encuentran humedales y manglares, situado a 1,727 metros al Este.

Para proporcionar una mayor perspicacia geográfica y visual, es recomendable hacer referencia a la siguiente imagen, la cual brinda una representación gráfica que ilustra de manera clara y precisa la ubicación relativa de los humedales y manglares previamente mencionados con respecto a la traza del Proyecto.

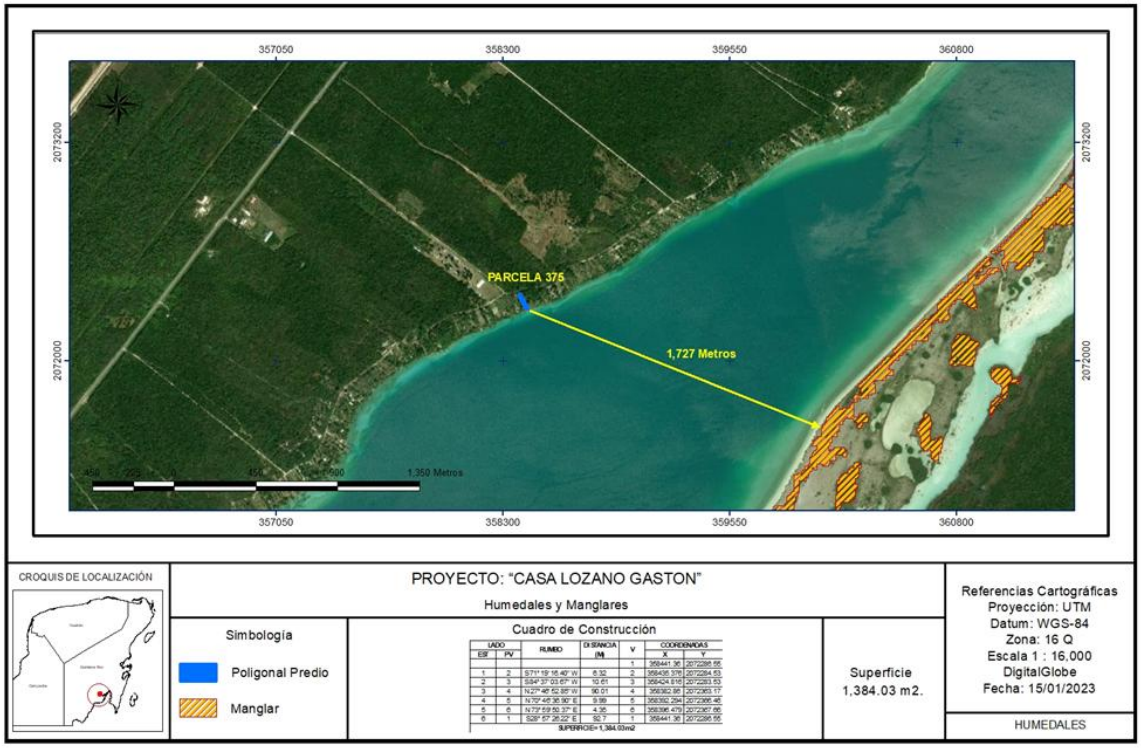


Imagen III. Ubicación del predio con respecto a los sitios Ramsar.

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

4.1. Delimitación del área de estudio

Para la delimitación del Sistema Ambiental del proyecto se utilizó la metodología establecida en la Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental del sector turístico modalidad particular que a la letra menciona lo siguiente:

"Para delimitar el sistema ambiental se deberá proporcionar la justificación técnica de la delimitación, en la que se incluya los criterios y análisis utilizados, cabe señalar que la delimitación del Sistema Ambiental (SA), deberá sustentarse con los límites naturales de los elementos bióticos y abióticos existentes, así como en los procesos ecosistémicos, con los cuales interactuarán las obras y actividades del proyecto, para el caso de obras y actividades en zona terrestre se podrá utilizar la regionalización establecida por las Unidades de Gestión Ambiental del ordenamiento ecológico (cuando exista para el sitio), la zonificación de usos de suelo cuando existe un plan o programa de desarrollo urbano o la zonificación establecida en un decreto de área natural protegida, microcuencas, topoformas, entre otros. Para el caso de obras y actividades que se pretendan llevar a cabo en la zona marina es importante manejar escalas acordes con el enfoque de componente o proceso, así como el tipo y la extensión de los impactos ambientales, de forma tal que se deberá considerar para la delimitación del sistema ambiental la estructura, el funcionamiento y dinámica de los ecosistemas, recursos y servicios ambientales costeros y marinos. Dicho SA podrá definirse en unidades ambientales definidas como son: la rompiente arrecifal, el arrecife profundo, barreras e islas, laguna arrecifal, arenales submarinos, pradera de pastos, entre otros.

La delimitación del SA equivale a definir la unidad geográfica de referencia para la toma de decisiones en materia de evaluación del impacto ambiental. Este objetivo, pudiera homologarse al intento de definir los límites del o de los ecosistemas presentes en el área donde va a establecerse el proyecto, tal delimitación se concibe en términos operativos a través de la aplicación del concepto de sistema ambiental, el cual se circunscribe a una expresión objetiva, inventariable y cartografiable de los ecosistemas.

De manera colateral, la aplicación de este concepto intenta evitar la presentación temática, fraccionada con la que, genéricamente se describe al ambiente en los estudios de impacto ambiental, fraccionándolo en componentes inconexos y genéricos (suelo, aire, agua, flora y fauna, etc), para sustituirlo por información geográfica integral referida a áreas territoriales relativamente homogéneas, también llamadas por algunos autores como "unidades naturales" ó "unidades ambientales" y que para efectos de nuestro marco normativo, se identifican como "sistema ambiental", las cuales, deben entenderse como una expresión práctica del o de los ecosistemas donde se inserta el proyecto derivada de la selección e interrelación de componentes o procesos ecosistémicos por lo que, bajo esa consideración deben ser presentadas en la manifestación de impacto ambiental.

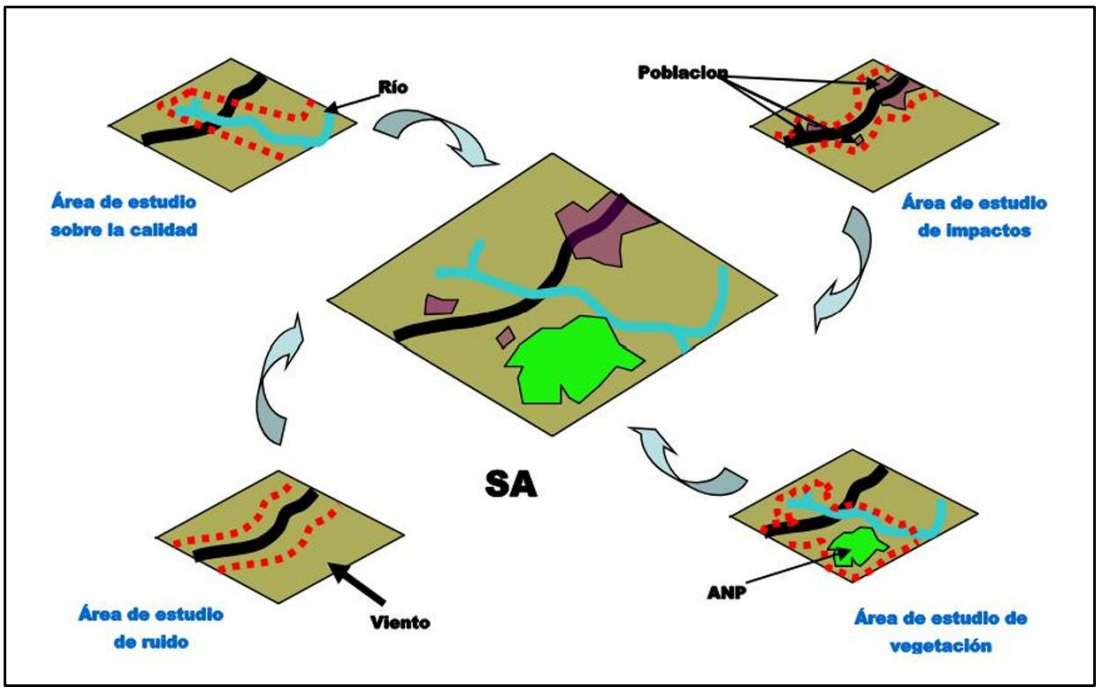


Figura IV. 01. Interrelación de componentes.

La delimitación del SA deberá acotarse a una poligonal, delimitada con un sistema de coordenadas que haga posible su localización cartográfica de manera objetiva y precisa. La importancia de esta delimitación deriva de la función que tiene en el proceso de EIA toda vez que se trata del área de referencia a la que se tiene que acudir en todo momento durante el procedimiento. El significado de la alteración de un factor ambiental sólo puede concebirse en términos relativos, en función del tamaño o de la dimensión de ese factor ambiental en el SA.

El SA se definió teniendo una fuerte influencia los criterios "Barreras físicas naturales y antropogénicas", aunado a las barreras físicas: carretera federal 307 "Cancún – Chetumal", y por las Unidades de Gestión Ambiental, ya que, en este caso, la UGA Tu-7 y Ff-53, por lo que el área ya delimitada cuenta con una superficie de 727.783 Hectáreas.

El objetivo de este capítulo es delimitar, describir y analizar en forma integral el Sistema Ambiental que constituye el entorno del proyecto, así como identificar los principales procesos que mantienen la estructura y función de los componentes ecológicos presentes para, a partir de dicha información, identificar qué efectos positivos y negativos pudiera tener su desarrollo en la región.

A través de la descripción del Sistema Ambiental se analizan las características y circunstancias de los componentes y factores ambientales que potencialmente interactuarán con el proyecto, en un contexto ecosistémico. De este modo se cumple con lo solicitado en el artículo 30 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y con el objeto de evaluar en el capítulo V de esta MIA-P los efectos que el proyecto pudiera tener sobre los ecosistemas presentes en el Sistema Ambiental.

Considerando lo antes mencionado, se optó por definir el sistema ambiental conforme a la mayoría de la superficie que ocupa las Unidades de Gestión Ambiental (Tu-7) denominada "Costa Bacalar Norte" y (Ff-53) denominada "UT", conforme a lo establecido en el Decreto mediante el cual se establece el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región de Laguna Bacalar, Quintana Roo, publicado en el 15 de marzo de 2005 en el Periódico Oficial de Gobierno del Estado de Quintana Roo.

El Sistema ambiental se delimitó tomando en consideración dos grupos de criterios que permitieron incrementar la certidumbre jurídica y técnica de esta circunscripción geográfica; Así estos criterios son: 1) criterios de planeación y 2) criterios ambientales, con los cuales se generó una caracterización que sirvió como insumo para realizar un diagnóstico ambiental y así identificar las principales tendencias de desarrollo y/o deterioro en la región, para la construcción de los escenarios futuros en las diferentes etapas de implementación del proyecto. Estos criterios de describen a continuación.

4.2. Caracterización y análisis del Sistema Ambiental

1) Criterios de planeación.

Se considera que el proyecto será desarrollado dentro de la mancha urbana de la localidad de Aarón Merino Fernández, Municipio de Bacalar, específicamente en la Zona del Boulevard Aarón Merino Fernández, por lo tanto, sus efectos sociales y económicos se circunscriben a ese entorno geográfico, por consiguiente, la delimitación del SA se centra exclusivamente dentro de los límites establecidos de dicho Municipio, algo que se cumple al elegir parte de la UGA Tu-7 y UGA Ff-53 como SA, ya que sus límites se ubican en la zona suburbana de la localidad de Aarón Merino Fernández.

Los programas de ordenamiento ecológico son los instrumentos de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de estos.

Es así, que, bajo este marco de planeación e instrumentación jurídica, se optó por elegir la UGA Tu-7 "Costa Bacalar Norte y UGA Ff-53 "UT" del POET de la Región de Laguna Bacalar, Quintana Roo, como el Sistema Ambiental del proyecto, ya que la misma considera aspectos comunes en la zona, además que se circunscribe dentro del Municipio de Bacalar.

2) Criterios ambientales.

En este rubro se identifican una serie de criterios que se relacionan con los diferentes componentes ambientales del SA, particularmente están relacionados con los diferentes ecosistemas presentes, así como la interacción que estos tienen con la zona delimitada; además de las zonas impactadas por usos previos y que han ocasionado la fragmentación del medio o propiciado sus tendencias de deterioro.

Como primer punto se consideró la cartografía digital disponible en el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), particularmente la Carta de Uso de Suelo y Vegetación,

Serie VII (escala 1:250000) la cual establece que en el SA delimitado, existen dos tipos de vegetación o ecosistemas, a saber: Selva Mediana Subperennifolia y Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia; es decir, la delimitación ecosistémica se acota a nivel de una comunidad vegetal de Selva Mediana Subperennifolia, según la cartografía de referencia, así como un elemento de deterioro que influyen directamente en el SA (áreas sin vegetación aparente).

Considerando la distribución homogénea de estos ecosistemas, es que se optó por delimitar el SA de la zona, ya que cualquier cambio que pudiera ocurrir en el medio, se hará notar en gran medida como procesos de fragmentación, pues dicha distribución ocurre en forma de franjas paralelas a la línea de costa, como se mencionó anteriormente. En otro orden de ideas, tenemos que el SA posee características físicas (medio abiótico) que son homogéneas a lo largo y ancho de sus límites, pues de acuerdo con las cartas temáticas del INEGI, posee el mismo tipo de suelo en toda su extensión; el mismo tipo de hidrología superficial (coeficiente de escurrimiento de 0 a 5%); el mismo tipo de hidrología subterránea (material no consolidado con posibilidades bajas de funcionar como acuífero); un solo tipo climático (Aw0(x'); la misma unidad geológica (sistema Q(li), suelo litoral del cuaternario); y se encuentra dentro de la misma región hidrológica (RH33). Entonces asumimos que los límites y extensión del sistema ambiental, poseen las mismas características abióticas, de tal modo que permitirá un análisis más preciso sobre los impactos ambientales que generará el proyecto sobre los elementos físicos que integran el SA. Estas características particulares se describen a detalle en el siguiente apartado.

En cuanto a las coordenadas estas se encuentran en formato XLS, debido a la cantidad de coordenadas del predio (Anexo 1. Vértices del Sistema Ambiental). A continuación, se presenta la delimitación del sistema ambiental.

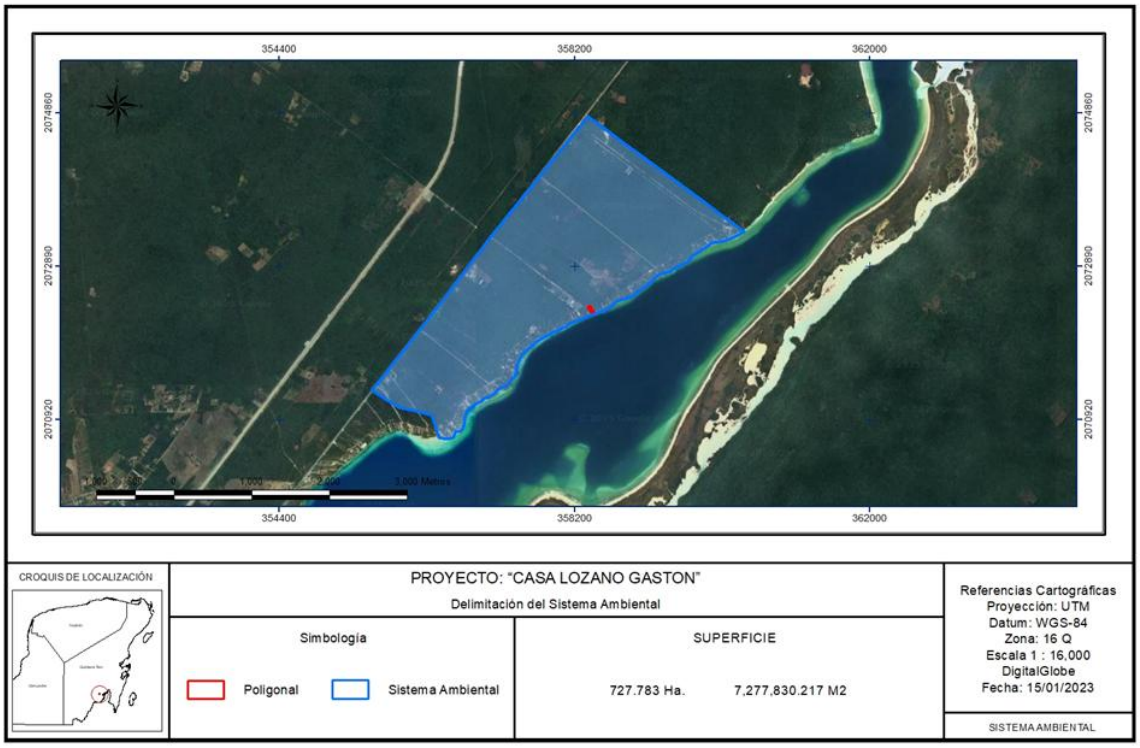


Imagen IV. 01. Delimitación del Sistema Ambiental.

4.2.1. Aspectos abióticos en el Sistema Ambiental

Una vez delimitado el Sistema Ambiental en el que se ubica el proyecto, la correspondiente descripción, caracterización y análisis se hicieron con base en la sobre posición del polígono del proyecto con los temas de la cartografía del INEGI.

a) Clima

El clima es el producto de la constante interacción entre la atmósfera, los océanos, las capas de hielo y nieve, los continentes y la vida del planeta (plantas y animales) (Conde, 2006).

En este sentido, el clima es una descripción del comportamiento promedio o típico de la atmósfera y de sus variaciones, durante un lapso de tiempo suficientemente largo para que sea representativo (un mínimo de 30 años); las principales variables que se miden para su descripción es la temperatura, presión atmosférica, humedad, precipitación (lluvias), vientos, cantidad de energía solar, así como los rangos de sus variaciones estacionales o periódicas y los eventos extremos que pueden presentarse (Martínez, 2013).

De acuerdo con el conjunto de datos vectoriales de unidades climáticas escala 1: 000, 000 INEGI, el tipo climático según la clasificación de Köppen, modificada por E. García (2004) presentes en el Sistema Ambiental de estudio es un clima cálido subhúmedo, con un subtipo climático.

Aw0(x'): Corresponde al más seco de los climas cálidos subhúmedos y que por lo menos tiene diez veces mayor la cantidad de lluvia en el mes más húmedo de la mitad caliente del año que en el más seco, con régimen de lluvias durante el verano, pudiéndose manifestar con regular frecuencia un breve período de sequía relativa (canícula) entre finales de julio o principios de agosto.

Una vez definido el Sistema Ambiental, se comprobó que el clima que se mencionó anteriormente es igual a lo que aparece en el SIGEIA. A continuación, en la siguiente imagen, se presenta el referente al clima en el Sistema Ambiental.

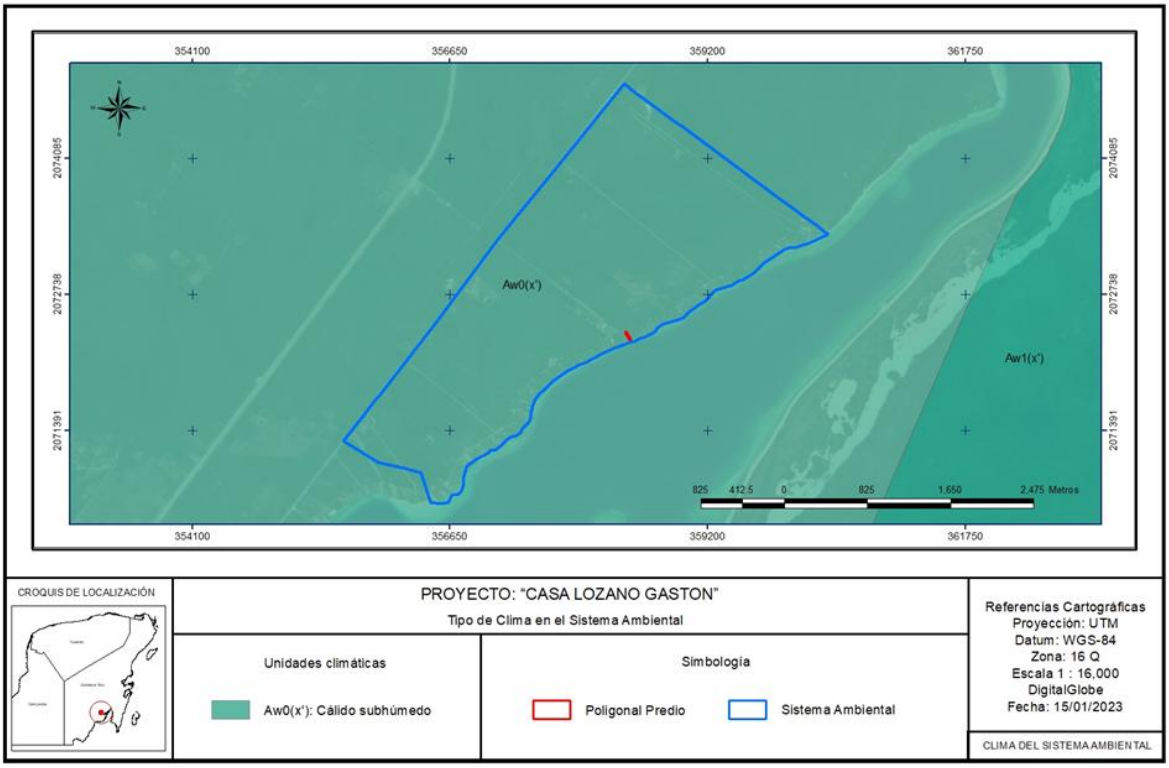


Imagen IV. 02. Tipo de clima existente en el Sistema Ambiental.

Temperaturas máximas, mínimas y promedios

Los datos de temperatura, precipitación y fenómenos climatológicos se obtuvieron de estaciones meteorológicas del Servicio Meteorológico Nacional. La estación más cercana al Sistema Ambiental es la estación 23043 San Felipe Bacalar, la cual se encuentra en la latitud norte 18.75888889° y longitud oeste -88.34166667°. La temperatura media anual de la región oscila 26.1 °C, con una temperatura mínima y máxima anual de 19.7 °C y 32.6 °C respectivamente.

Tabla IV. 02. Temperaturas en el Sistema Ambiental.

ELEMENTOS	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Temperatura máxima normal	30.6	31.6	32	33.3	34.4	33.1	33.1	33.2	33	32.9	32.6	31.2	32.6
Temperatura media normal	23.5	24.3	24.9	26.5	28	27.8	27.5	27.6	27.4	26.9	25-9	24.5	26.1
Temperatura mínima norma	16.3	17	17.9	19.7	21.5	22.4	21.9	21.9	21.9	20.9	19	17.7	19.7

Fenómenos meteorológicos

- **Ciclones**

Los ciclones tropicales, son los fenómenos climáticos que afectan a México en mayor frecuencia, tanto en las costas del Pacífico como del Atlántico (Galindo et al., 2015), sus efectos son peligrosos, porque generan fuertes vientos, alta precipitación, elevación del oleaje, aumento del nivel del mar, e inundación costera (Rosengaus, 2014). Los ciclones, son grandes masas de aire cálido y húmedo, con fuertes vientos. Se originan sobre aguas tropicales o subtropicales, con temperatura mayor o igual a 26 °C.

De los ciclones que han ingresado en el sureste mexicano, el 35.1 % han impactado a Quintana Roo, el 22.9 % a Campeche y finalmente el 22.1 % a Yucatán, lo que muestra la alta exposición de la Península de Yucatán ante estos fenómenos, particularmente de la región oriente. En tanto que, en Chiapas y Tabasco, aunque han ingresado el 11.5 % y 8.4 % de los ciclones respectivamente, las características orográficas amplifican el nivel de la amenaza. Cabe señalar que los ciclones tropicales tienen efectos directos por los vientos y la precipitación en los estados cuando ingresan a tierra, y tienen efectos indirectos a larga distancia relacionados con la precipitación, aunque no toquen tierra (PNUD- INECC, 2018).

- **Vientos dominantes**

En el sistema ambiental, los vientos alisios predominan durante todo el año, debido a la influencia de las corrientes descendentes subtropicales que emigran de las zonas de alta presión hacia las zonas de baja presión ecuatorial, manifestando cambios en su dirección y velocidad en el transcurso del año. En los primeros meses del año (enero-mayo), los vientos tienen una dirección Este-Sureste y mantienen velocidad promedio de 3.2 m/seg. Para el lapso de junio a septiembre, los vientos circulan en dirección Este, incrementando su velocidad promedio hasta 3.5 m/seg. Finalizando el año, en noviembre y diciembre, la dirección del viento cambia hacia el Norte y presenta velocidades de 2 m/seg., lo que coincide con el inicio de la temporada de “Nortes”.

- **Intemperismos severos**

Estos fenómenos atmosféricos se generan anualmente, entre los meses de Junio a Noviembre (temporada de huracanes) y arrastran consigo grandes volúmenes de humedad, misma que se precipita por medio de ráfagas y fuertes precipitaciones. La formación de estas perturbaciones atmosféricas sucede en una de las dos matrices registradas en la región. La primera se localiza en el Mar Caribe, frente a las costas de Venezuela y Trinidad, cuyos fenómenos se desplazan hacia el noroeste sobre el Mar Caribe, atravesando América Central y las Antillas Menores, dirigiéndose finalmente hacia el norte hasta las costas de Florida, Estados Unidos de Norteamérica, afectando a su paso las costas del estado de Quintana Roo.

La segunda, comprende desde el frente de las Antillas Menores en el Caribe oriental hasta el océano Atlántico tropical, por el área de Cabo Verde frente a las costas del continente africano. Los fenómenos originados aquí tienen un rumbo general hacia el oeste, cruzando entre las Islas de la Antillas de sotavento y barlovento, para encausarse hacia la Península de Yucatán, y luego continuar al Golfo de México, afectando los estados de Veracruz y Tamaulipas en México, así como Texas y Florida en los Estados Unidos de Norteamérica.

Estos fenómenos naturales pueden evolucionar hasta tres etapas (depresión tropical, tormenta tropical y huracán) de acuerdo con la velocidad del viento que logren alcanzar.

En el sur de Quintana Roo, lugar donde se encuentra el predio de interés, se tienen registros del paso de los ciclones que se expresan en la siguiente tabla.

Tabla IV. 03. Huracanes que han afectado directa e indirectamente a Quintana Roo.

NOMBRE	CATEGORÍA	ESTADOS AFECTADOS	FECHA		VELOCIDAD MÁXIMA VIENTOS (KM/H)
			AÑO	MES	
Beryl	H2	Península de Yucatán	2024	Julio	175
Zeta	H1	Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco, Chiapas, Veracruz y Oaxaca	2020	Octubre	170
Delta	H2	Península de Yucatán	2020	Octubre	175
Gamma	TT	Quintana Roo, Chiapas, Tabasco, Campeche y Yucatán	2020	Octubre	140
Ernesto	H1	Península de Yucatán	2012	Agosto	140
Paula	H1	Norte de Quintana Roo	2010	Noviembre	160
Ida	H2	Norte de Quintana Roo	2009	Noviembre	160
Dolly	TT	Norte de Quintana Roo, Veracruz, Tamaulipas, Nuevo León	2008	Julio	50
Dean	H5	Península de Yucatán, Veracruz, Estado de México.	2007	Agosto	280
Alberto	DT	Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tamaulipas, Veracruz y Tabasco	2006	Junio	56
Emily	H4	Quintana Roo, Yucatán, Tamaulipas, Nuevo León, Coahuila.	2005	Julio	250
Stan	T1	Quintana Roo, Veracruz, Chiapas, Tabasco, Oaxaca	2005	Septiembre	75
Wilma	H4	Quintana Roo	2005	Octubre	275
Iván	H5	Quintana Roo, Yucatán	2004	Septiembre	270
Claudette	H1	Quintana Roo, Yucatán	2003	Julio	140
Isidore	H3	Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco	2002	Septiembre	205
Chantal	TT	Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco	2001	Agosto	115
Gordon	DT	Quintana Roo, Yucatán, Campeche	2000	Septiembre	55
Mitch	H5	Centroamérica, Península de Yucatán	1998	Noviembre	250
Roxanne	H3	Campeche, Quintana Roo, Tabasco	1995	Octubre	160
Opal	DT	Campeche, Quintana Roo, Tabasco	1995	Septiembre-Octubre	35
Gilberto	H5	Península de Yucatán, Tamaulipas, Monterrey	1988	Septiembre	296

En septiembre de 1988, el huracán Gilberto atravesó la zona sur de la ciudad afectando las condiciones naturales del ecosistema, el ojo del huracán alcanzó 15 km de diámetro y su zona de influencia fue de 1,250 km (mientras embestía a la Península de Yucatán también afectaba a la Isla de Cuba). En 1998, la zona fue afectada por un sin número de precipitaciones pluviales generadas

por el huracán Mitch, el cual, aunque no pasó por la región, tuvo un diámetro bastante considerable que prácticamente abarcó todo el Estado.

El 21 de octubre de 2005, se presentó el huracán Wilma con categoría 4 en la escala SAFFIR-SIMPSON, ocasionando daños en la zona del proyecto, tales como destrucción de la vegetación, modificación de la línea de costa, inundaciones serias y pérdida de infraestructura urbana y turística.

El huracán "Dean" en agosto de 2007, afectó por el sur de la entidad, generó alteraciones en la estructura de la vegetación, afectándola naturalmente con la caída de un gran número de arbustos y árboles jóvenes por la acción de los vientos con velocidad mayor a 250 Km/hr.

El huracán "Ernesto", al tocar tierra en agosto de 2012, afectó principalmente el sur de Quintana Roo, con daños en Mahahual, Bacalar y Felipe Carrillo Puerto. Generó alteraciones en la estructura de la vegetación, afectándola naturalmente con la caída de un gran número de arbustos y árboles jóvenes por la acción de los vientos con velocidad mayor a 140 Km/hr.

Desde el 2012 a la fecha, no se habían presentado eventos de consideración, pero el pasado 05 de julio de 2024 el centro del huracán Beryl tocó tierra como categoría 2 al norte de Tulum, casi colindando con el municipio de Solidaridad, en Quintana Roo, a las 05.05 horas, donde se registraron vientos máximos sostenidos de 175 kilómetros por hora y desplazamiento hacia el oeste – noroeste a 24 kilómetros por hora. Ocasionando afectaciones en Tulum, Solidaridad y Cozumel, en la zona sur del estado, afectando el municipio de Felipe Carrillo Puerto y Bacalar, se tuvieron daños ocasionados por la fuerza del huracán. Dentro del área de estudio, las principales afectaciones se reflejan en árboles dañados reduciendo con ello la calidad ecosistémica.

- **Intemperismos no severos**

Los nortes, otros fenómenos atmosféricos de ocurrencia en el sistema ambiental son masas de aire polar que resultan durante el otoño y el invierno, provocando el descenso de la temperatura, precipitaciones intensas y fuertes vientos que en ocasiones alcanzan velocidades de hasta 90 kilómetros por hora. Su intensidad es capaz de provocar cambios en la fisiografía de la playa, así como derribar árboles tierra adentro.

Precipitación media anual

Según la carta de precipitación media anual del INEGI, el sistema ambiental se ubica en una zona que presenta una precipitación de 800 a 1,100 mm anuales. Sin embargo, de 1979 al 1990, el promedio anual de precipitación para el sistema ambiental fue de 1,103.5 mm, siendo el 1982 el año más lluvioso con una precipitación total anual de 1,791.62 mm y 1989 el menos con 237.6 mm. Se observa que de 1986 a 1990 existe una disminución en la precipitación; de 1979 al 1985 hay una estabilidad semejante en los valores de precipitación.

A continuación, se presenta en la imagen siguiente la precipitación media del Sistema Ambiental

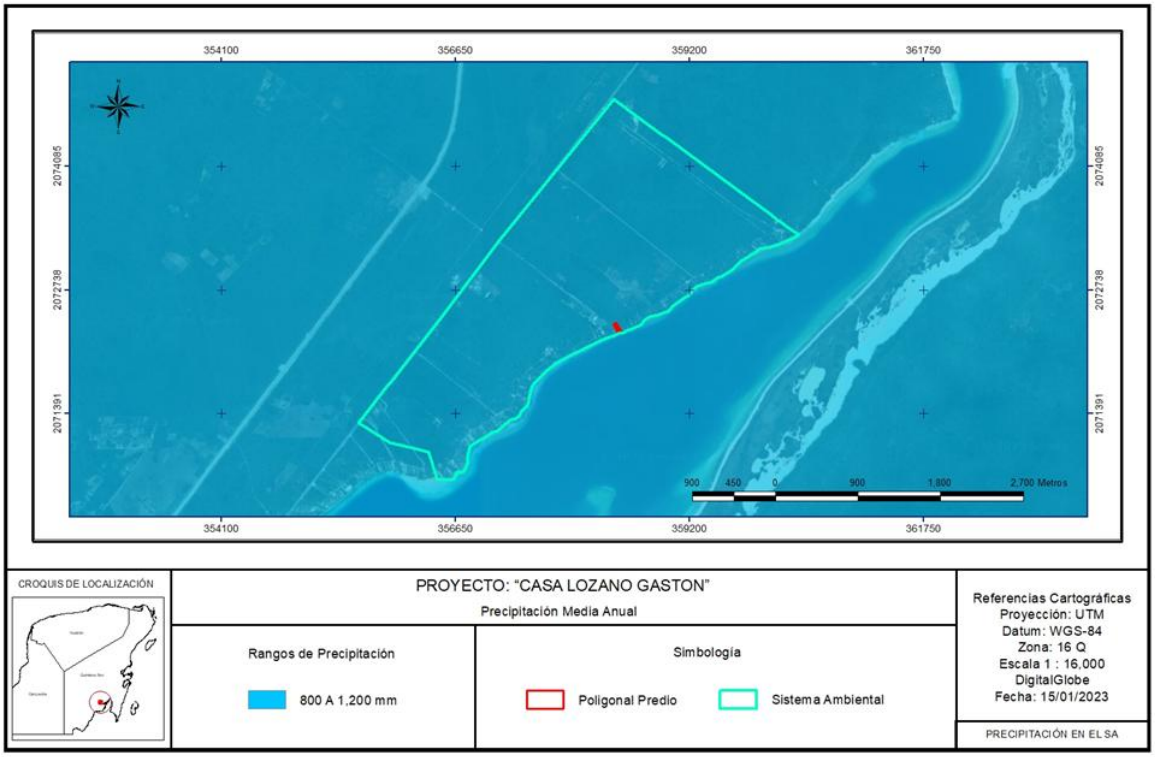


Imagen IV. 03. Precipitación media anual en el Sistema Ambiental.

Temperatura

La temperatura del sistema ambiental es de una media anual mayor de 32.6 °C y temperatura del mes más frio mayor del 19.7 °C.

b) Geología y geomorfología

Geología

La geología es la ciencia que se encarga del estudio de la Tierra, desde su composición química, su estructura, los procesos físicos internos y externos que le ocurren, hasta su historia como planeta y los cambios que ha experimentado a lo largo del tiempo.

Considerando la conformación de las placas tectónicas en una escala planetaria, la Península de Yucatán se encuentra ubicada en la confluencia de la Placa Oceánica del Caribe y la Placa Continental de Norte América; en esta zona de confluencia, se forma una depresión de tamaño considerable por los procesos subductivos de ambas placas durante la era Paleozoica, este proceso forma la estructura conocida como Plataforma Yucateca, que sirve de basamento a toda la porción actualmente emergida que denominamos Península de Yucatán (Waytt, 1985).

Geológicamente, la Península de Yucatán es una estructura relativamente joven, su origen sedimentario se remonta a las formaciones rocosas del Mesozoico, sobre las cuales se han depositado arenas y estructuras de origen orgánico marino que han dado forma a una gigantesca loza caliza.

Los tipos de calizas sedimentarias que se encuentran en la formación son principalmente de tipo boundstone, grainstone y wackstone, dependiendo de las proporciones entre los elementos componentes y la velocidad de deposición que se dio en su momento en la zona; sin embargo, lejos de permanecer estática, la formación empezó a ascender a pausas y retrocesos durante toda la era Cenozoica.

Este proceso continuo de emersión y sumergimiento ha permitido el afloramiento por procesos erosivos de los sedimentos del Paleoceno que conforman la plataforma caliza básica de la Península.

Actualmente la emersión de esta placa continúa en parte por la misma dinámica de las placas tectónicas en particular la placa Caribe y en parte por la continua deposición de materiales sobre la misma; este efecto es más claramente visible en la zona norte de la Península donde podemos encontrar, como en el caso de Puerto Progreso en Yucatán, remisiones del mar estimadas en alrededor de 200 m en poco menos de un siglo (Tamayo, J. L., 1974). En el Estado en particular, el proceso ha dado origen a una serie de lagunas costeras con características biológicas muy particulares.

La composición geológica del Estado puede resumirse en tres estratos fundamentales en términos de su edad y sirven de basamento para la estructura geomorfológica del mismo (PEMEX. 1967; IGUNAM, 1981):

Formaciones antiguas (Eoceno). - Comprende tres formaciones principales que se encuentran en la región sur y oeste del Estado colindando con el Estado de Campeche por el Oeste y con los países de Belice y Guatemala por el Sur.

Formación Eocénica indiferenciada:

Es una capa que se tipifica por la escasez de fósiles característicos. Contiene fundamentalmente calizas compactas y cristalinas de colores amarillo, crema y blanco su textura va del grano más fino a granos gruesos con inclusiones de pedernal que se han depositado en dichas capas por arrastre aluvial de las formaciones de origen tectónico cercanas en la cordillera de Guatemala y sus estribaciones en Belice y México. Se encuentran fundamentalmente en las regiones centro y sureste del municipio de Othón P. Blanco.

Formación Icaiché:

Su composición es semejante a la del Eoceno indiferenciado, sin embargo, se distingue por la presencia de capas yesosas que rompen la continuidad de la estructura caliza. Se encuentra en la zona de los límites de Quintana Roo con Campeche, hacia la zona de la Reserva de la Biosfera de Calakmul.

Formación Chichén-Itzá:

Esta formación contiene rocas calizas de colores blanco, amarillo y gris con impurezas, se encuentran abundantes inclusiones ya sea aisladas o en capas delgadas de tipo cristalino macizo, muy probablemente de origen aluvial. Hacia la región de Champotón, las capas muestran un plegamiento

de origen tectónico, en tanto que por el norte, cerca de Chichén- Itzá, de donde toma su nombre, tiende a estar formada de capas amarillas consolidadas y cementadas de grano fino sobre las que se disponen capas de caliza blanca. En los alrededores de Libre Unión, las calizas son blancas, cristalinas, macizas y de aspecto marmoleado por compresión. La fauna fósil es visible y sus elementos son identificables como correspondientes con el mesozoico tardío.

Formaciones de mediana edad (Oligoceno).- Comprende tres formaciones principales que se encuentran: dos constituyendo la zona de borde entre la placa sedimentaria de Yucatán y la llanura aluvial costera de Belice y la otra formando el cuerpo principal del Estado en extensión.

Formación Bacalar:

Está constituida por calizas blandas de tipo cretoso de color blanco amarillento. Forma estructuras hemisféricas en los estratos superiores en tanto que se constituye en láminas arcillosas en sus niveles inferiores (sahcab, sascab), pueden observarse algunas inclusiones laminares de yeso y de esferoides calizos de color amarillento. Sobre estas rocas se forman láminas duras de color gris oscuro a negro. Se pueden encontrar en las cercanías de la Laguna Bacalar, de donde toma su nombre.

Formación Estero Franco:

Esta formación se compone fundamentalmente de masas de rocas calizas del Valle del Río Hondo, con carbonatos amarillo en capas regulares delgadas y muy cristalinas semejando el aspecto de la aragonita.

En los niveles superiores las capas son macizas de color blanco o rosa, tiene un espesor calculado de aproximadamente 100 metros. Se ubica al sudeste de la fractura que da origen al Río Hondo.

Formación Carrillo Puerto:

Se caracteriza porque en los niveles inferiores de sus losas existen capas de conchillas cementadas (coquinas) recubiertas por calizas duras de color amarillento con restos de moluscos y madréporas incluidos. Encima de estas losas hay calizas arenosas impuras y no cementadas de colores amarillo, rojizo y blanco. Se extiende desde la población de Pedro Antonio de los Santos hacia el norte del Estado por la parte oriental, hasta unos kilómetros al norte de Cancún y por toda la costa de la Bahía de Chetumal hacia el sur, hasta la desembocadura de Bacalar Chico penetrando en territorio beliceño.

Formaciones recientes (Cuaternario).- Comprende una sola formación la cual puede separarse en varias capas desde el punto de vista fosilífero, pero geológicamente constituye una sola capa que puede llamarse actual o superficial.

Formación Mioceno – Pleistoceno:

Se caracteriza por estar formada de capas de coquinas de color crema con grandes cantidades de conchas de moluscos, se puede identificar una franja de aproximadamente 15 Km de ancho en toda la zona norte de la Península.

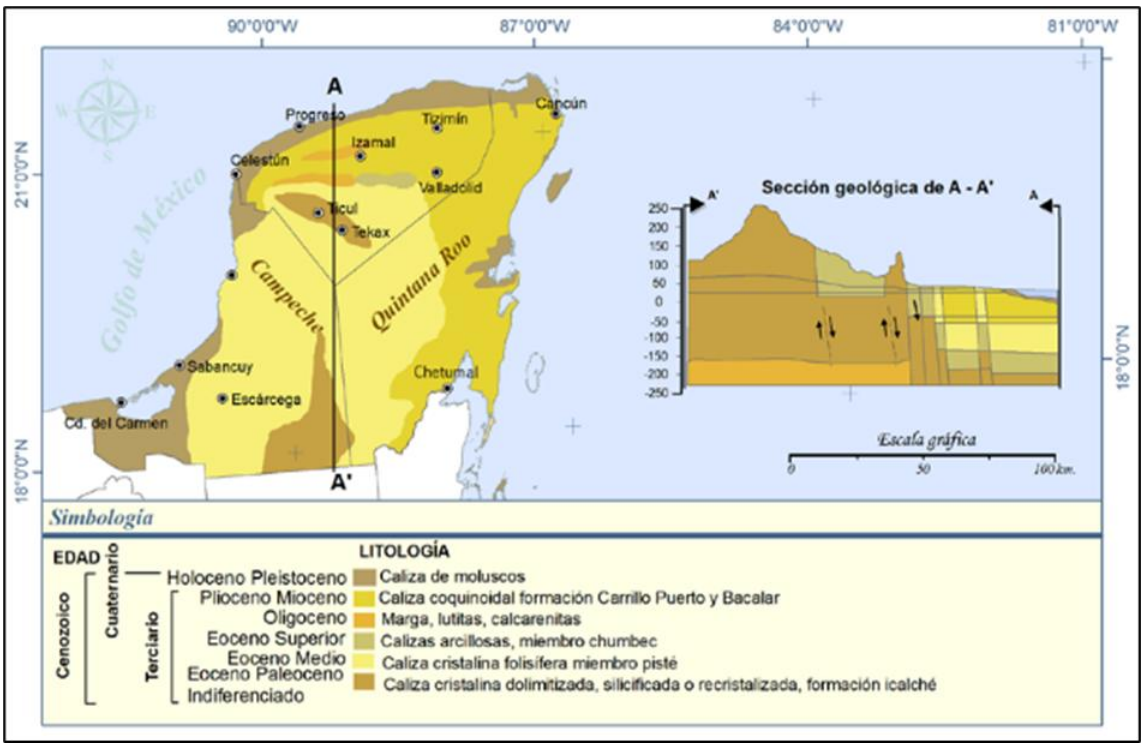


Imagen IV. 04. Clasificación Geológica de la Península de Yucatán (García y Graniel, 2010).

Geomorfología

Por su parte la geomorfología es una rama de la geología y de la geografía que se encarga del estudio y análisis de las formas de la superficie terrestre y los procesos que las originan. El término geomorfología proviene del griego: γῆ, ge, es decir, geos (Tierra), μορφή o morfeé (forma) y λόγος, logos (estudio, conocimiento). La geomorfología está muy relacionada tanto con la geografía física como con la geografía humana (en lo que se refiere a los riesgos naturales y la relación del hombre con el medio).

Con respecto al ámbito geográfico, se determina que el SA se encuentra situada dentro de la Provincia Fisiográfica Península de Yucatán, las características topográficas de esta región se distinguen por su naturaleza mayoritariamente llana, con una notoria manifestación de rasgos kársticos. El relieve se presenta en un patrón mayormente plano, con leves ondulaciones y semi-ondulaciones en algunos sectores. Hacia el extremo norte, la altitud media no excede los 50 metros sobre el nivel del mar, mientras que en el centro-sur se observan elevaciones que alcanzan los 350 metros, asociadas a una pequeña formación montañosa que no influye en la morfología del SA.

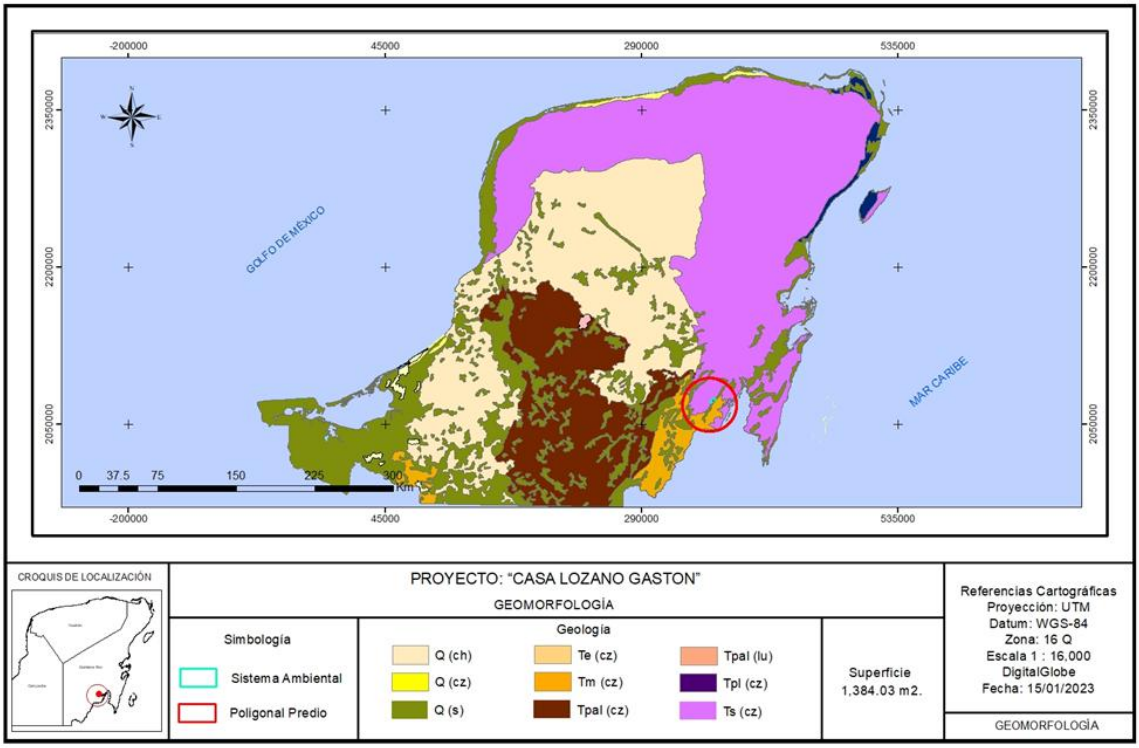


Imagen IV. 05. Carta geológica. El SA está asentado sobre material consolidado de rocas sedimentarias que datan del Terciario Superior y Cuaternario, es de naturaleza calcárea, en estratos delgados a gruesos. (FUENTE: CONABIO e INEGI, Escala 1:250 000).

Litología

Con base en la información contenida en la carta de Geología del INEGI y la plataforma del sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), los tipos de rocas dentro y próximos al Sistema Ambiental son los siguientes:

Q(Eo) - Son depósitos recientes, del Cuaternario, que fueron transportados de forma eólica y depositados en la zona próxima al litoral. Es común encontrar estratificación cruzada derivada del mecanismo de transporte de los sedimentos. Como cabría esperar debido a la geología regional, la composición química de las partículas es de origen carbonatado.

Q(Li) - Son depósitos recientes, del Cuaternario, que se encuentran en la zona litoral, el mecanismo de transporte fue tanto por agentes eólicos como por corrientes de agua. Ya que en la zona predominan las rocas carbonatadas, los sedimentos acumulados en la zona litoral también están compuestos por partículas de carbonatos.

Q(La) - Son depósitos recientes, del Cuaternario; se encuentran asociados a zonas lacustres, por lo que se tiene presencia de partículas de tamaños finos a muy finos. Compuestos principalmente por carbonatos, aunque también es posible encontrar presencia de líticos transportados desde otras zonas.

Ts (cz): Unidad en la que quedan comprendidas las rocas calcáreas de la formación Carrillo Puerto, asignada al Mioceno SuperiorPlioceno, formada por calizas microcristalinas y de diferentes texturas: biomicrita, biospatita, ooespatita, oolítica o biocalcarenita, de facies de plataforma somera y color café claro, amarillo, rojo y blanco. Su estratificación no es claramente observable, aunque aparentemente es de estratos medianos y gruesos, de echado casi horizontal; está constituida por una calcirrudita fosilífera de aproximadamente un metro de espesor que contiene abundantes fragmentos de corales, equinodermos, pelecípodos y gasterópodos, además de foraminíferos, entre ellos Pyogo sp., Textularíella aft., T. augusta y Planulina sp., algas como Lithophyllumsp., gasterópodos y corales, minerales como calcita diseminada, trazas de yeso y aragonito; también se encuentran calizas compactas con Peneroplidae del género Archaias, considerado como fósil índice de esta formación y calizas arcillosas que al alterarse producen arcillas rojas lateríticas.

Esta formación descansa concordante con la del Estero Franco sobre la de Bacalar o en discordancia sobre las rocas del Eoceno, esta unidad se localiza desde la Bahía de Chemal hasta casi llegar al litoral norte del estado, cubriendo la mayor parte de éste

Tpl(cz), esta unidad parece corresponder a la parte superior de la formación Carrillo Puerto, la parte inferior de lo expuesto está formada por un cuerpo masivo coquinífero, poco compacto, cubierto por calizas laminares con estratificación cruzada que presenta dos buzamientos diferentes con ángulos distintos de inclinación. Estas calizas de texturas ooespatíticas, bioespatíticas y bioesparrudíticas, están formadas por fragmentos de conchas de pelecípodos y gasterópodos y por algunos restos de corales y esponjas.

Fisiografía

El Estado de Quintana Roo está comprendido en la provincia fisiográfica de Yucatán, la cual, a su vez, se divide en tres subprovincias nombradas: “Llanuras con Dolinas”, “Plataforma de Yucatán” y “Costa Baja”.

La primera subprovincia “Llanuras con Dolinas”, ocupa las porciones norte y oriente de la Entidad, a la cual pertenece el Municipio de Solidaridad. Desde el punto geomorfológico es una planicie formada en una losa calcárea, con ligera pendiente descendente hacia el oriente, altura media de 5 msnm y relieve ondulado en el que se alternan crestas y depresiones. Esta subprovincia fisiográfica se distingue por su topografía cárstica, que presenta desde oquedades minúsculas hasta grandes depresiones, cenotes o dolinas, en algunas de las cuales asoma la superficie freática. Casi en toda su extensión carece de sistema de drenaje superficial, y solo en algunas áreas se ha formado una red hidrográfica desintegrada y mal definida; otras áreas son inundables, localizándose la más extensa de ellas en la porción norte del Estado.

En la subprovincia “Plataforma de Yucatán” se extiende la porción suroccidental del Estado, cuyo paisaje está configurado por lomeríos alternados con pequeñas llanuras. En su porción sur, la altitud del terreno decrece de poniente a oriente, en forma escalonada desde unos 300 msnm en el borde occidental del Estado hasta unos cuantos metros en el límite oriental de esta subprovincia; en la porción norte de la misma la altitud varía entre 10 y 150 msnm; la única corriente superficial notable

es el río Azul, que nace en Guatemala y es afluente del río Hondo; por lo demás, la red de drenaje superficial sólo consta de algunos arroyos efímeros de corto recorrido que fluye hacia las depresiones topográficas.

La subprovincia “Costa Baja”, en la que se encuentra circunscrito el Sistema Ambiental del proyecto denominado “Casa Lozano Gastón”, se extiende a lo largo del borde centro-oriental del Estado; se caracteriza por su relieve escalonado descendente de poniente a oriente, con reducida elevación sobre el nivel del mar. A lo largo de su borde sur y suroriental transita el Río Hondo, única corriente superficial permanente de la entidad. En esta subprovincia existen cenotes de gran tamaño, como el “Cenote Azul”, varias lagunas, como las de Bacalar, Chichancanab, Paiyegua y Nohbec, y vastas áreas inundables, algunas de las cuales permanecen cubiertas por el agua casi todo el año.

El relieve de Cozumel es ligeramente ondulado en la mayor parte de la isla, alternándose áreas planas con lomeríos de poca altura; relativamente plano en su porción occidental, y escarpado en sus fajas costeras norte y oriental. La Isla Mujeres, la Isla Contoy y el Banco Chinchorro son expresiones fisiográficas del desarrollo del Mar Caribe.

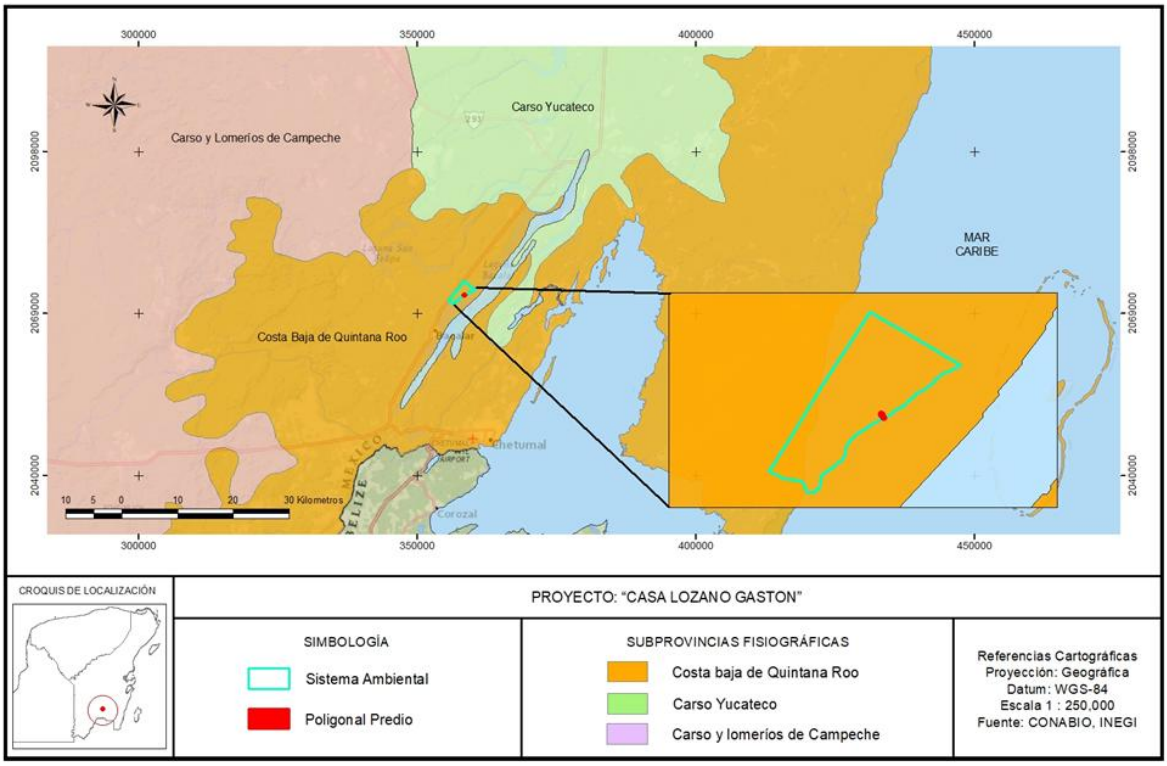


Imagen IV. 06. Subprovincia Fisiográfica en el Sistema ambiental.

El sistema ambiental, donde se ubica el proyecto Casa Lozano Gastón, se encuentra formando parte de la subprovincia Costa Baja de Quintana roo y Carso yucateco, que se extiende a lo largo del borde Centro-Oriental del Estado; se caracteriza por su relieve escalonado, descendente de poniente a oriente, con reducida elevación sobre el nivel del mar. A lo largo de su borde Sur y Suroriental transita el Río Hondo, única corriente superficial permanente de la entidad.

c) Suelos

La unidad de estudio en los suelos es el perfil, formado por una sucesión de capas llamadas horizontes. Un horizonte se diferencia de otro por características que se pueden medir en campo como el color, estructura y textura y también mediante análisis en los laboratorios. A los horizontes se les ha dado denominaciones abreviadas de acuerdo a sus características: con letras mayúsculas los horizontes principales que van en orden descendiente en el suelo desde H (hístico), O (orgánico), A (eluvial), B (iluvial), C (material no consolidado), hasta R (roca endurecida).

Los tipos de suelos presentes en el Estado son los siguientes (Cartas Edafológicas del INEGI):

Vertisol (VR).

Del latín verteré, voltear. Literalmente, suelo que se revuelve o que se voltea. Suelos de climas templados y cálidos, especialmente de zonas con una marcada estación seca y otra lluviosa. La vegetación natural va de selvas bajas a pastizales y matorrales. Se caracterizan por su estructura masiva y su alto contenido de arcilla, la cual es expandible en húmedo formando superficies de deslizamiento llamadas facetas, y que por ser colapsables en seco pueden formar grietas en la superficie o a determinada profundidad. Su color más común es el negro o gris oscuro y café rojizo.

Leptosol (LP).

Del gr. leptos: delgado; connotativo de suelos poco profundos, poco desarrollados. Nombres equivalentes en la clasificación maya: Tzek'el y Pus-Lu'um. Son los suelos más abundantes, abarcan más del 50% de la superficie de Quintana Roo, se encuentran distribuidos a todo lo largo del Estado predominando en la parte centro y norte.

Son suelos poco profundos, limitados por una roca dura continua o por material muy calcáreo (CaCO 3 mayor al 40%) o por una capa continúa cementada dentro de los primeros 30 cm; o con gran cantidad de pedregosidad y menos del 20% de tierra fina hasta una profundidad de 75 cm; sus horizontes de diagnóstico son: A móllico, úmbrico, ócrico o petrocálcico.

Gleysol (GL).

De la palabra local rusa gley: masa de suelo pastosa, pantanoso, connotativo de un exceso de agua. Nombre equivalente en la clasificación maya: Ak'alche. Son suelos húmedos característicos de las depresiones de las regiones con climas húmedos. Son pantanosos o inundados a menos de 50 cm de profundidad la mayor parte del año, debido al ambiente reductivo, los horizontes superficiales desarrollan coloraciones grises, azulosas o verdosas. Se forman a partir de materiales no consolidados y de los depósitos aluviales que presentan propiedades flúvicas; muestran moteados, propiedades gléicas, sus horizontes de diagnóstico son un horizonte A, un horizonte H hístico, un horizonte B cámbrico y un horizonte cálcico.

Los gleysoles se encuentran distribuidos principalmente en las partes bajas de las planicies, en depresiones o bajos con pendientes menores al 1%. Se ubican en el municipio de Othón P. Blanco principalmente; en la parte norte del Estado se localizan unas áreas importantes al norte del

municipio de Isla Mujeres, Lázaro Cárdenas y en el extremo este del municipio de Felipe Carrillo Puerto. Estos suelos se localizan con vegetación de selva baja subcaducifolia, selvas bajas inundables, sabanas, tasistales y tintales (Ceballos, 1993).

Regosol (RG).

Del gr. Rhegos, debajo y Zola, ceniza; connotativo de un manto de material suelto sobrepuesto a la capa dura de la tierra. Nombre equivalente en la clasificación maya: Huntunich. Los regosoles se encuentran juntos o muy cerca de las costas del Estado, la mayor parte se localiza desde Xcalak hasta la Bahía de la Ascensión, en Playa del Carmen, Cancún, Isla Blanca y en las costas de la Laguna Conil al norte del Estado.

Son suelos poco desarrollados, relativamente recientes, están constituidos por material suelto, semejante a la roca de la cual se forma. Se desarrollan a partir de materiales no consolidados, excluyendo materiales de textura gruesa o que presentan propiedades flúvicas.

Generalmente tienen un horizonte A ócrico o úmbrico y un porcentaje variable de saturación de bases, no presentan propiedades gléicas en los 50 cm superficiales, ni propiedades sálicas. La única subunidad de este tipo de suelo en Quintana Roo es: Regosol calcárico (RGc): son calcáreos por lo menos entre 20 y 50 cm de profundidad a partir de la superficie.

Luvisol (LV).

Del lat. Luere, lavar, “lessiver”; connotativo de acumulación de arcilla. Nombre equivalente de la clasificación maya: K’ankab. Este tipo de suelos tienen un horizonte arcilloso que hace evidente un proceso continuo de lavado de bases. Tienen un horizonte argílico B con una saturación de bases mayor del 50%, capacidad de intercambio catiónico igual o superior a 24 cmol (+) Kg-1, saturación de bases por amonio acetato del 50% o más en la totalidad del horizonte B. Carecen de horizonte A móllico. Pueden presentar un horizonte calcáreo, plintita, propiedades férricas o hidromorfas.

Los luvisoles se encuentran principalmente distribuidos en tres regiones del Estado una al norte del municipio de Lázaro Cárdenas, otra al norte de los municipios de Felipe Carrillo Puerto y José María Morelos y la tercera en el centro del Municipio de Othón P. Blanco. Los tipos de vegetación asociada a este tipo de suelo según reporta Ceballos (1993), es selva alta subperennifolia y selva media subperennifolia.

Cambisol (CM).

Del latín tardío cambiare, cambiar: connotativo de cambios de color, estructura y consistencia. Nombre equivalente en la clasificación maya: Chac-Lu’um. Son suelos con un subsuelo muy diferente a simple vista en color y textura a la capa superficial. La capa superficial puede ser oscura, con más de 25 cm de espesor, pero pobre en nutrientes y en ocasiones no existe. Muchos de ellos muestran estados tempranos de desarrollo. Tienen un horizonte cámbrico B y como horizonte de diagnóstico A ócrico o úmbrico o un horizonte A móllico situado inmediatamente encima de un horizonte B cámbrico con un grado de saturación (por NH4Oac) menor del 50%.

Este grupo de suelos está presente en el Estado en la zona comprendida entre Tepich, San Ramón, Trapich y Tihosuco; y en menor proporción también se encuentran en Ixhil y Yaxché, cerca de la colindancia con Yucatán; en el Estado sólo se presenta la siguiente subunidad:

Solonchaks (SC).

Del ruso sol, sal y chak, connotativo de área salina. Son suelos alcalinos con alto contenido de sales en alguna capa a menos de 125 cm de profundidad. Acumulación de sal soluble. No muestran propiedades flúvicas; tienen un horizonte A, un horizonte H hístico, un horizonte B cámbrico, un horizonte cálcico o uno gypsico. En el Estado se localizan a lo largo de toda la costa desde Punta Caracol hasta el sur de Xcalak, destacando una zona amplia en los alrededores de Laguna Muyil y en la costa de Cozumel. En Quintana Roo los suelos siguen denominándose de acuerdo a la clasificación Maya. Ceballos (1993), indica que este sistema de clasificación utiliza términos cuyas raíces explican algunas propiedades del suelo como topografía, pedregosidad, color, cantidad de materia orgánica, presencia de óxidos de hierro, drenaje y fertilidad.

Tabla IV. 04. Clasificación maya de los suelos (Adaptado de Ceballos, 1993).

CLASE MAYA	SIGNIFICADO	EQUIVALENCIA FAO-UENSCO
Tzek'el	Pedregoso	Leptosol litico
Pus-Lu'um	Tierra suelta con piedras	Leptosol réndsico
K'ankab	Tierra roja miel	Luvisol crómico
Yah-hoom	Tierra fértil con vegetación verde	Vertisol eútrico y districo
Ak'alche	Tierra en bajos que se inundan	Cleysol móllico y eútrico
Chac-Lu'um	Tierra roja	Cambisol crómico
Huntunich	Tierra que proviene de piedras	Regosol calcárico

Tipos de suelos en el área de estudio, de acuerdo con la clasificación de FAO/UNESCO e INEGI.

De manera particular, en el SA en estudio se identificó una unidad edafológica, la cual se presentan en la siguiente tabla.

Tabla IV. 05. Superficies y porcentajes de los tipos de suelo en el SA.

CLAVE	SUELO_1	CALIF-SEC1	CALIF_PRIM	SUELO_2	CALIF_SEC2	Ha.	%
LVhulep+PHhulep+LPhurz/3R	Luvisol	Húmico	Léptico	PHAEOZEM	Húmico	727.78	100
TOTAL						**727.78**	**100**

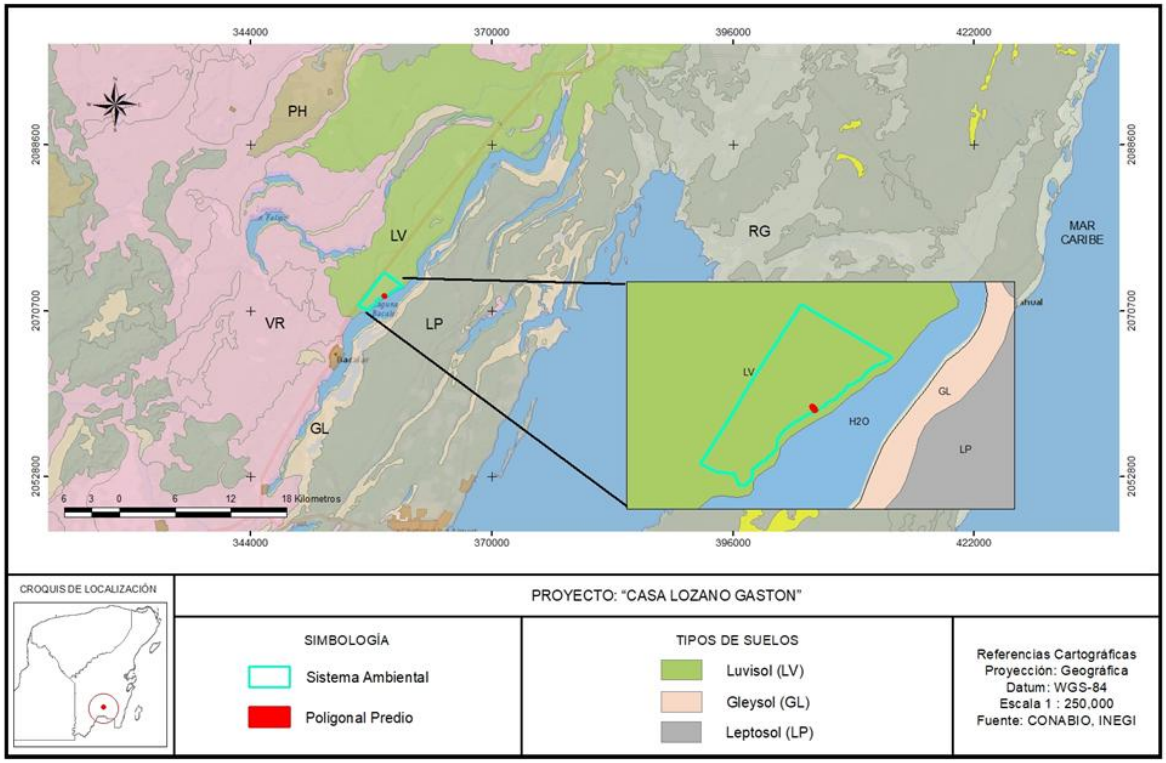


Imagen IV. 07. Distribución de los tipos de suelo en el Sistema Ambiental (SA).

Luvisol (LV).

Estos suelos ocupan la superficie total del SA (100%) y corresponden a suelos con un horizonte Bt de acumulación de arcilla y alta capacidad de intercambio de cationes a lo largo del perfil. A diferencia de los suelos Vertisoles y Gleysoles, los Luvisoles no contienen arcillas expansibles. Son suelos sin problemas fuertes de fertilidad química, sin problemas para el laboreo mecánico y, de manera general, de buena aptitud agrícola (Bautista, et al., 2010).

d) Hidrología superficial y subterránea.

Recursos hidrológicos localizados en el área de estudio.

El área donde pretende realizar el proyecto “Casa Lozano Gastón”, se ubica dentro de la Región Hidrológica RH-33, de nombre Yucatán Este, (Quintana Roo). Dentro de ésta se ubican dos cuencas, siendo la de nuestro interés la de clave "A", de nombre Bahía de Chetumal y otras. A su vez esta se subdivide nuevamente en 5 subcuencas, por lo que se hace referencia a la que se denomina Bahía de Chetumal. Esta subcuenca comprende el 43.6 % de la superficie combinada de los municipios de Bacalar y Othón P. Blanco. En lo referente a la zona de captación de esta subcuenca, los registros indican que presenta una amplitud que se extiende más allá de los límites con el vecino estado de Campeche (Figura 4.10).

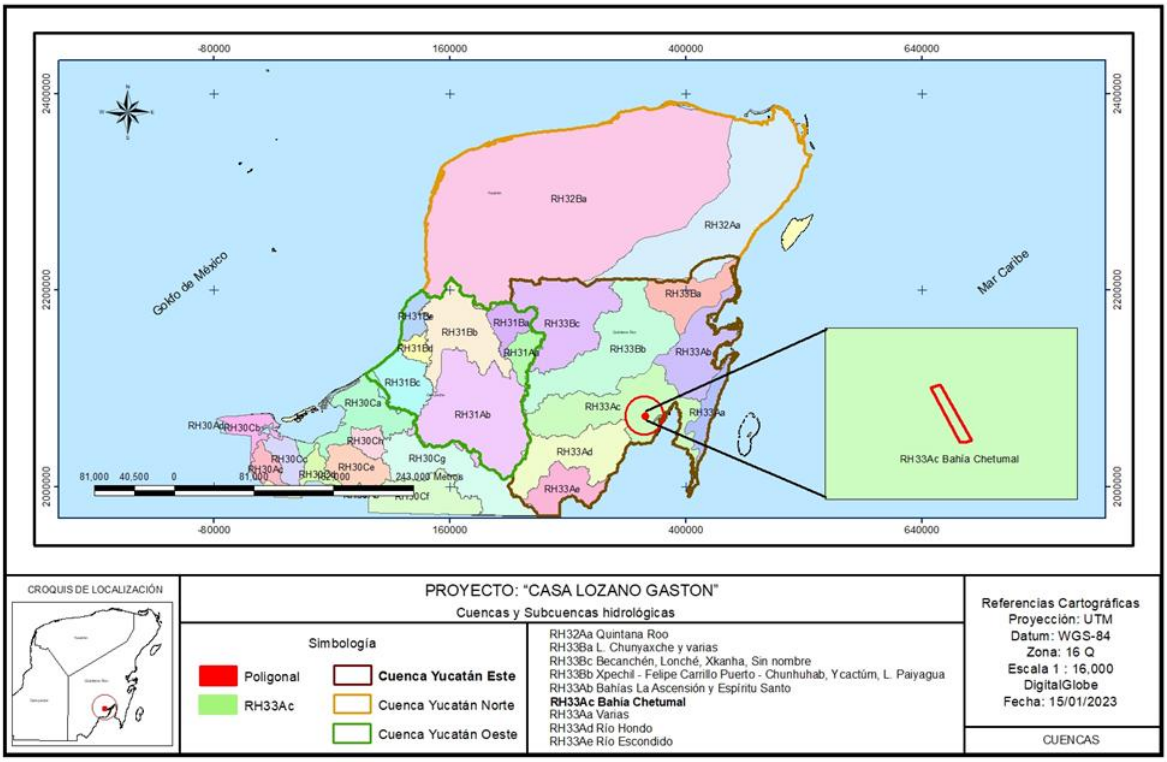


Imagen IV. 08. Regiones hidrológicas de la península de Yucatán (INEGI).

Hidrología superficial.

La principal corriente superficial es el Río Hondo, que nace en Guatemala con el nombre de Río Azul; su curso tiene una longitud total de 125 km y está orientado de noreste a suroeste; constituye el límite sur de Quintana Roo y el límite internacional entre México y Belice, y desemboca en el Mar Caribe en la Bahía de Chetumal. Su cuenca tributaria tiene extensión total de 9,958 km^2, distribuida entre los países que la comparten como sigue: 4,107 km2 corresponden a México; 2,873, a Guatemala, y 2,978, a Belice.

El Río Hondo tiene régimen permanente y escurrimiento medio anual de 1,500 millones de metros cúbicos (Mm^3), estimándose que un 15% de este volumen es generado en las temporadas de lluvia, durante las cuales conduce caudales de 40 a 60 m3/seg.; el otro 85% del volumen escurrido procede del subsuelo, que le aporta un caudal base de 20 a 30 m3/seg. El agua del río tiene salinidad del orden de 700 p.p.m. (UQROO, PEOT).

Todas las demás corrientes de la entidad son de régimen transitorio, bajo caudal y muy corto recorrido, y desembocan a depresiones topográficas donde forman lagunas; éstas son efímeras, con excepción de las de Bacalar, Chichancanab y Chunyaxché, que son permanentes debido a que en ellas aflora la superficie freática. La laguna de Bacalar, la de mayor extensión, tiene longitud de unos 50 Km. Y ancho de 2 a 3 Km. La isla de Cozumel carece totalmente de red de drenaje superficial.

Dentro de la subcuenca Bahía de Chetumal se encuentran incluidos la mayor parte de los cuerpos de agua de Bacalar; como son: la laguna de Bacalar, San Felipe, Salada, Chile Verde, la Virtud, Guerrero, Noh-Bec, Teresita, etc.

De manera específica, el presente proyecto pretende llevarse a cabo frente al litoral con la Laguna de Bacalar, por lo que la gran mayoría de los cuerpos de agua antes citados se localizan bastante distantes y no se encuentran dentro del sistema ambiental delimitado como para ejercer una influencia directa sobre ellos.

Laguna de Bacalar.

La Laguna de Bacalar es el cuerpo de agua continental más importante de la Península de Yucatán, tiene una extensión aproximada de 45 km en línea recta desde la localidad de Xul-Há hasta la de Pedro Antonio de los Santos y hasta 2 km en su parte más ancha. Esta laguna posee una superficie total de 6,365.25 hectáreas, de las cuales 2,852.44 hectáreas se encuentran en el Municipio de Bacalar, pues el límite municipal corresponde con la parte media de dicho cuerpo de agua.

La Laguna de Bacalar forma parte de un sistema hidráulico con otros cuerpos de agua no conectados superficialmente, pero alineados en dirección norte-sur, paralelos a la Bahía de Chetumal, consistente con formaciones geológicas terciarias. Es conocida como “la laguna de siete colores”, por el gran atractivo visual que ofrecen las tonalidades cambiantes de sus aguas, aunado al verde de la vegetación de la selva que la rodea.

De acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región de la Laguna de Bacalar (POETLB, 2005), entre los elementos que la batimetría de Bacalar ha proporcionado resalta una profundidad media cercana a los 25 metros con zonas de mayores profundidades, particularmente aquellas asociadas a los cenotes. La estructura de fondo de la Laguna se corresponde con la estructura supuesta de una fractura, sin embargo, los indicios que tenemos muestran una fractura producida por basculamiento a lo largo de una línea de debilidad en la masa caliza principal que corresponde de manera muy cercana con una línea que podemos trazar a lo largo del centroide de los grupos de cenotes y cuerpos de agua asociados a la formación actual. Es notable la casi verticalidad existente en las paredes occidentales del vaso respecto a los planos inclinados y terrazas formadas en el costado oriental del mismo. La profundidad de las orillas en el costado occidental cambia bruscamente de poco menos de un metro y medio a profundidades mayores a los 15 metros en distancias relativamente cortas, denotando un corte casi vertical en la estructura, por otro lado las profundidades en el costado oriental, varían de manera más gradual, llegando en algunos sitios a la formación de terrazas medianamente extensas hasta llegar a las cotas de máxima profundidad en el centro, en estas terrazas y en la parte central la deposición de materiales calcáreos finos es abundante. De manera paralela es notable la existencia de una serie de “camas” arenosas en la ribera oriental que se corresponden de modo cercano con las profundidades de la orilla de la ribera occidental y las profundidades de muchos canales de comunicación que hay entre la Laguna de Bacalar y los cuerpos de agua vecinos. Esta característica es indicativa junto con los crecimientos biostromales hallados en la laguna de que el nivel de aguas en este sistema se ha incrementado en los últimos tiempos en aproximadamente un metro y medio

(profundidad apreciable en las orillas de la ribera occidental) y en la profundidad de los canales, indicando posiblemente que el hundimiento de la placa continúa tanto por la disolución cárstica como por la compresión de los materiales sedimentarios profundos.

Esta laguna recibe importantes aportes de agua subterránea provenientes de las zonas relativamente altas del noroeste, a lo largo de su margen oeste. La evidencia proporcionada por las curvas de nivel, determina que el agua subterránea ingresa a la Laguna de Bacalar a través de su pendiente oeste. Esta franja representa una estrecha banda con una pendiente relativamente marcada que pronto alcanza la zona central de la laguna. Este canal explica en gran medida la función del importante reservorio de agua dulce en la laguna. Una vez que el aporte continúo de agua rebasa el nivel de este canal central, inicia un importante proceso de drenaje a través de varios puntos de la laguna hacia las lagunas vecinas, el Río Hondo y eventualmente la Bahía de Chetumal a través de aportes superficiales temporales o permanentes expresados a través de canales de comunicación, humedales y una extensa planicie de inundación la cual caracteriza el margen este de la misma. De esta manera podemos precisar que la Laguna de Bacalar posee un continuo flujo laminar de agua con un patrón general de noroeste (POETLB, 2005).

Hidrología subterránea.

Referente al origen de las aguas de la laguna de Bacalar, la SARH (1987) reporta que ésta es una laguna de emisión en donde el aporte principal es de origen subterráneo, el cual se localiza principalmente en la localidad de Xul-Ha (17 Km al Sur del predio) y en donde se ha registrado un caudal de hasta 7.37 m^3/seg. La circulación natural del agua en el subsuelo de la Entidad es controlada por la estructura geológica, por la distribución espacial de la recarga y por la posición del nivel base de descarga. Partiendo de la porción sur-occidental del Estado, donde se origina el flujo, el agua circula hacia el noreste y hacia el este buscando su salida; a su paso por la llanura, parte importante del agua es extraída por la vegetación; el resto sigue su curso subterráneo hacia la costa y aflora en lagunas y áreas de inundación o escapa subterráneamente al mar.

El acuífero.

Formado por calizas de características variadas y depósitos de litoral, el acuífero de Quintana Roo tiene espesor máximo del orden de 400 m. La porosidad y la permeabilidad primarias del acuífero dependen de su litología; sus valores son altos en los estratos constituidos por conchas y esqueletos de organismos, y bajos en los estratos de caliza masiva. A lo largo del tiempo, estas características originales han sido modificadas por fracturamiento, disolución y abrasión, dando lugar a la porosidad y permeabilidad secundaria, que varía dentro un amplio rango de valores altos y presentan una distribución espacial muy irregular, tanto en el área como en sentido vertical, a causa del errático curso y variado tamaño de los conductos. A escala estatal se trata de un acuífero de tipo freático y con marcada heterogeneidad respecto a sus características hidráulicas.

La descarga natural del acuífero ocurre casi íntegramente en la porción baja de la llanura y en la faja costera, sus componentes son: la evapotranspiración, el caudal base del río Hondo y el caudal subterráneo que escapa de la Entidad. La transpiración de las plantas extrae gran cantidad de agua

del acuífero en las porciones oriental y norte del Estado, donde la superficie freática se halla a profundidades menores de unos 15 metros. La evaporación directa del agua subterránea es muy significativa en todos aquellos cenotes, lagunas permanentes y áreas de inundación donde aflora aquella superficie, los cuales están ampliamente distribuidos en las porciones centro-oriental y norte del Estado. El volumen anual de descarga que corresponde a estos dos componentes, no cuantificables separadamente, se estima en 6,300 mm^3.

Los acuíferos de Quintana Roo se explotan por medio de varios cientos de captaciones, la mayoría de las cuales están emplazadas en las porciones centro-oriental y norte del Estado. Las captaciones más numerosas son norias que extraen pequeños caudales para usos agrícolas, domésticos y abrevaderos, en número mucho menor, pozos con profundidades de 40 a 100 metros suministran gastos de 30 a 70 l.p.s. a los principales núcleos de población; bombas instaladas en algunos cenotes sacan agua para diversos usos. En el área Álvaro Obregón-Pucté, se construyeron 120 pozos para sustentar el desarrollo de la zona cañera, los pozos tienen profundidades de 30 a 250 metros y en su aforo proporcionaron caudales de 30 a 200 l.p.s.

Por su importancia destacan las baterías que abastecen a los desarrollos turísticos de Cancún y Cozumel, cuya construcción se llevó a cabo con especial cuidado para prevenir la intrusión salina vertical. La zona de Cancún es alimentada por varias baterías, que en conjunto constan de 75 pozos y suministran un caudal del orden de 900 l.p.s. En la isla de Cozumel la población y la zona turística reciben agua de una batería de 100 pozos, los cuales tienen profundidades de 10 a 15 metros, y aportan gastos de 1 a 3 l.p.s. cada uno.

La circulación natural del agua en el subsuelo de la Entidad es controlada por la estructura geológica, por la distribución espacial de la recarga y por la posición del nivel base de descarga. Partiendo de la porción sur-occidental del Estado, donde se origina el flujo, el agua circula hacia el noreste y hacia el este buscando su salida; a su paso por la llanura, parte importante del agua es extraída por la vegetación; el resto sigue su curso subterráneo hacia la costa y aflora en lagunas y áreas de inundación o escapa subterráneamente al mar.



Figura IV. 02. Circulación natural del agua en la península de Yucatán (CNA).

Debido a la gran permeabilidad del acuífero, el movimiento del agua es inducido por un gradiente hidráulico sumamente pequeño, de 2 a 20 cm. Por Km.; en consecuencia, la carga hidráulica sobre el nivel del mar es menor a dos metros en una franja de 10 a 50 Km de ancho a partir de la costa, rango en el que se encuentra el proyecto; de 10 a 20 metros en la porción alta de la llanura y de 20 a 30 metros en el borde sur-occidental del Estado.

A escala regional no se han provocado cambios apreciables en las direcciones principales de flujo ni en la elevación de los niveles del agua, lo cual se debe, por una parte, a que el volumen de agua extraído del subsuelo es despreciable en comparación con la recarga, y por otra, a que los efectos de bombeo se propagan rápidamente.

Actuando simultánea y alternadamente, la recarga y la descarga del acuífero provocan oscilaciones estacionales de sus niveles de agua, abatimiento en los estiajes y ascenso en la temporada de lluvias, cuya magnitud es de apenas unos cuantos decímetros en las porciones norte y centro de la entidad; además la evapotranspiración, los cambios en la presión atmosférica y la influencia de las mareas en la faja costera, provocan fluctuaciones piezométricas diarias y estacionales, de unos cuantos centímetros a unos cuantos decímetros. Pese a su reducida magnitud, estas pequeñas oscilaciones son de consideración, porque provocan fuertes movimientos de la interfase que separa el agua dulce del agua marina (la interfase salina) y, en consecuencia, hacen variar notablemente el espesor aprovechable del acuífero, ya de por sí muy reducido en gran parte del estado; la importancia práctica de este fenómeno se pone de manifiesto si se toma en cuenta, por ejemplo, que en respuesta a un abatimiento de 10 centímetros del nivel freático, la interfase salina asciende 4 m en el mismo sitio y el espesor saturado de agua dulce decrece en la misma medida.

No se ha registrado tendencia progresiva descendente de los niveles, pero dada la irregular frecuencia de su observación, no se descarta la posibilidad de que en las zonas de mayor concentración de pozos se estén originando abatimientos progresivos, como podría ser el caso en el área donde se encuentran las baterías de pozos que abastecen a Cancún y a Isla Mujeres.

En condiciones naturales, la posición de los niveles del agua con respecto a la superficie del terreno depende de la topografía. En la porción continental del estado la profundidad a los niveles aumenta gradualmente de la costa hacia tierra adentro, desde una fracción de metro hasta más de 120 metros; es menor que 5 metros dentro de una faja costera de 50 Km. A partir de la costa; de 5 a 20 metros en el resto de la llanura; y de 20 a 120 metros en el área de lomeríos. En Cozumel, la superficie freática oscila a profundidades menores que 3 metros en la franja costera y de 3 a 5 metros en el resto de la isla.

Usos principales.

En la zona del proyecto no realiza un uso excesivo de los recursos hídricos, ya que actualmente no existen zonas agrícolas de riego. En todo caso, se cuenta con norias para la extracción de agua para consumo humano. En cuanto a la laguna de Bacalar, su principal uso es el recreativo.

4.2.2. Aspectos bióticos en el Sistema Ambiental.

El medio biótico se refiere a todos los organismos vivos que interactúan con otros organismos vivos, refiriéndonos a la fauna y la flora de un lugar específico, así como también a sus interacciones y a las relaciones establecidas en un ecosistema, y que además condicionan su existencia. Los componentes bióticos presentan características fisiológicas y un comportamiento específico que les permita sobrevivir y reproducirse dentro de un ambiente con otros factores bióticos. El compartir un ambiente da como resultado una competencia entre los factores bióticos, y se compite ya sea por alimento, por espacio, etc.

Las plantas son la base de la pirámide de la vida por su capacidad para fijar la energía del sol en forma de carbohidratos mediante la fotosíntesis, mismos que constituyen el alimento de animales y demás organismos heterótrofos; el tipo y grado de cubierta vegetal que se desarrolla en una región depende de su adaptación a las condiciones ambientales como la disponibilidad de agua, temperatura, calidad del suelo, entre otros (Becerra, 2000).

Debido a la compleja fisiografía del territorio, su variedad de climas, ubicación respecto al Ecuador, hacen posible la creación de una variedad de condiciones que permite la coexistencia de múltiples especies, así como la diversificación de muchos grupos taxonómicos; en cuanto a la flora nacional, México está entre los cinco países con mayor número de especies de plantas vasculares, en este sentido, se han descrito poco más de 25 mil especies (la mayoría angiospermas), lo que equivale aproximadamente al 9.10 % de las especies descritas en el mundo (alrededor de 272 mil) (SEMARNAT, 2015).

Sin embargo, el desarrollo industrial y urbano ha provocado la transformación de los ecosistemas terrestres por causas humanas y México no ha sido ajeno a dicho fenómeno, pues ha sufrido un proceso sostenido de degradación y pérdida de sus ecosistemas terrestres; una porción muy importante de territorio se ha transformado en campos agrícolas, pastizales inducidos y zonas urbanas, y los ecosistemas naturales que aún persisten muestran en mayor o menor medida, signos de perturbación (SEMARNAT, 2019).

El INEGI presenta los diferentes usos de suelo y vegetación a través de un sistema de clasificación jerárquica y en su nivel más alto considera a las formaciones vegetales, que son caracterizadas por rasgos fisonómicos y ecológicos (p. ej., bosque, selva, matorral, entre otros), y dentro de las formaciones se incluyen características florísticas (p. ej., mesófilo de montaña, mediana, rosetófilo, entre otros) y los tipos de vegetación que combinan el nombre de la formación y el tipo de comunidad (p. ej., bosque mesófilo de montaña, selva mediana perennifolia, entre otros) (SEMARNAT, 2019).

Divisiones

De acuerdo con Rzedowski (2006) y con base en los análisis de afinidades geográficas de la flora de las diferentes regiones del país, así como en los coeficientes de similitud entre dichas floras y tomando en cuenta los endemismos, en el país se reconocen 17 provincias florísticas, que se agrupan en cuatro regiones.

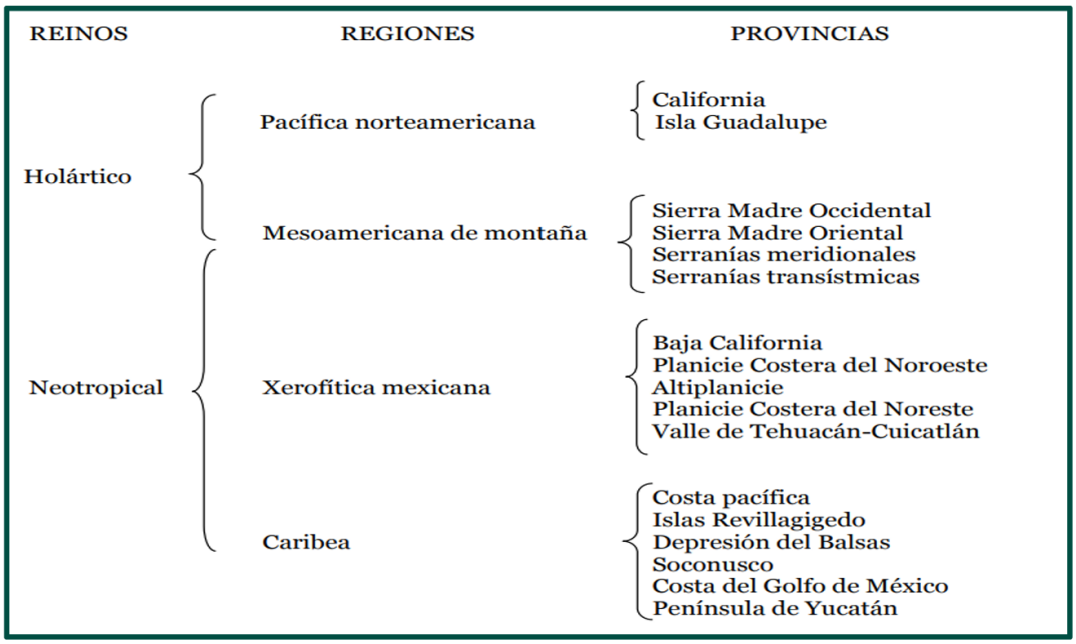


Figura IV. 03. Regiones del País.

Con base en las Divisiones Florísticas establecidas por Rzedowski y Reyna-Trujillo (1990) la cuenca hidrográfica y el sistema ambiental del proyecto se ubica dentro de la provincia No. 17 “Península de Yucatán”, dentro de la región Caribea (Considerada como tierra caliente), y esta a su vez se encuentra dentro del reino Neotropical. La distribución de las Divisiones Florísticas se puede apreciar en el siguiente Mapa 11.

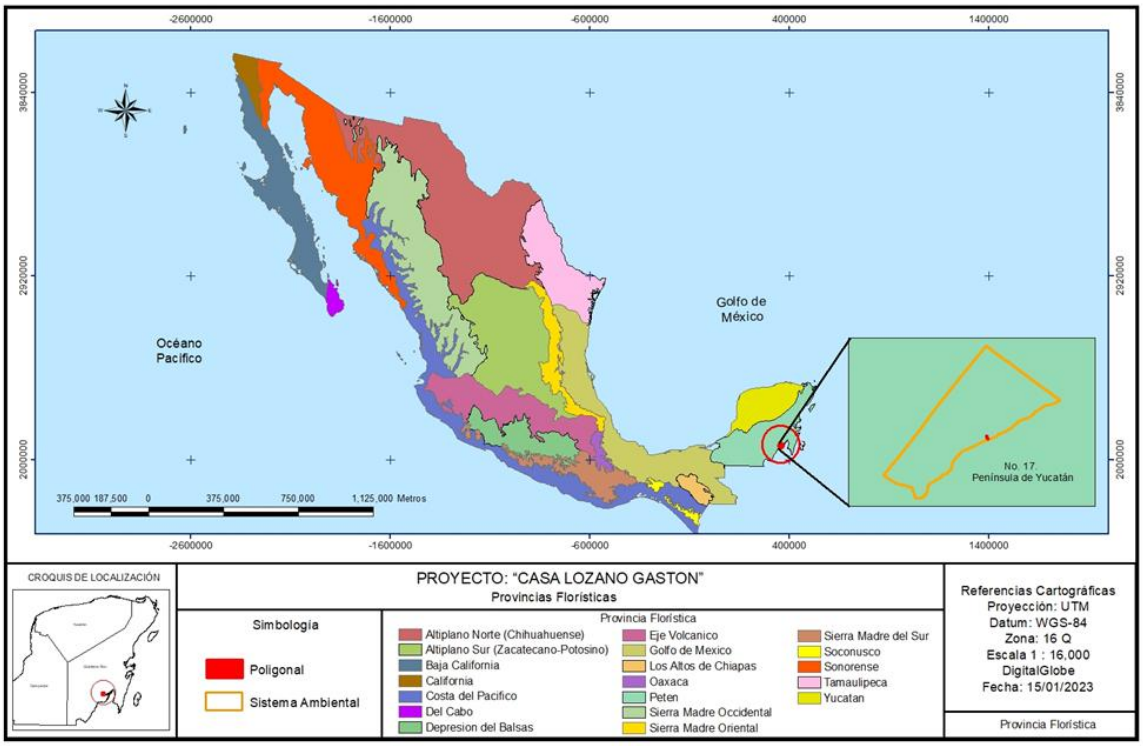


Imagen IV. 09. División Florística de México.

La provincia de la Península de Yucatán comprende toda la Península hasta una parte de Belice y el Departamento de Petén en Guatemala; el clima es cálido húmedo, con un gradiente de aumento de sequedad en dirección sureste-noroeste. La vegetación es principalmente de bosques tropicales caducifolios, subcaducifolios y perennifolios, por lo tanto, destaca un número considerable de endemismos; los géneros de plantas vasculares conocidos únicamente en la provincia son: Asemnanthe, Beltrania, Goldmanella, Harleya, Plagiolophus (Rzedowski, 2006). Teniendo en cuenta lo anterior, la totalidad del Sistema Ambiental se encuentra dentro de la Provincia Florística de la Península de Yucatán.

a) Vegetación Terrestre en el Sistema Ambiental.

De acuerdo con la carta de uso de suelo y vegetación (escala 1:250,000) serie VII del INEGI, el Sistema Ambiental cuenta con varios usos de suelo y vegetación.

Vegetación forestal.

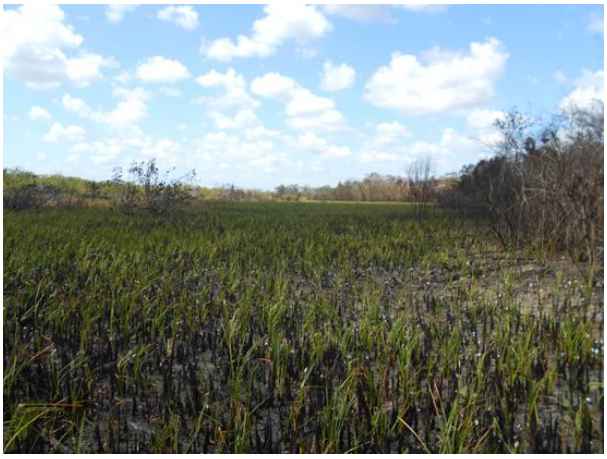
La vegetación de selva mediana subperennifolia se desarrolla en climas cálido-húmedos y subhúmedos, Aw para las porciones más secas, Am para las más húmedas y Cw en menor proporción. Con temperaturas típicas entre 20 y 28 grados centígrados. La precipitación total anual es del orden de 1000 a 1 600 mm. Se le puede localizar entre los 0 a 1300 metros sobre el nivel medio del mar.

Ocupa lugares de moderada pendiente, con drenaje superficial más rápido o bien en regiones planas, pero ligeramente más secas y con drenaje rápido, como en la Península de Yucatán. El material geológico que sustenta a esta comunidad vegetal son predominantemente rocas cársticas. Sus árboles de esta comunidad, al igual que los de la selva alta perennifolia, tienen contrafuertes y por lo general poseen muchas epífitas y lianas. Los árboles tienen una altura media de 25 a 35 m, alcanzando un diámetro a la altura del pecho menor que los de la selva alta perennifolia aun cuando se trata de las mismas especies. Es posible que esto se deba al tipo de suelo y a la profundidad. En este tipo de selva, se distinguen tres estratos arbóreos, de 4 a 12 m, de 12 a 22 m y de 22 a 35 m. Formando parte de los estratos (especialmente del bajo y del medio) se encuentran las palmas.

Especies importantes: *Lysiloma latisiliquum*, *Brosimum alicastrum* (ox, ramón, capomo), *Bursera simaruba* (chaka', palo mulato, jiote, copal), *Manilkara zapota* (ya',zapote, chicozapote), *Lysiloma spp.* (tsalam, guaje, tepeguaje), *Vitex gaumeri* (ya'axnik), *Bucida buceras* (pukte'), *Alseis yucatanensis* (Ua'asché), *Carpodiptera floribunda*. En las riberas de los ríos se nota a *Pachira aquatica* (k'uyche'). Las epífitas más comunes son algunos helechos y musgos, abundantes orquídeas y bromeliáceas y aráceas.

Áreas agrícolas.

En el Sistema Ambiental se presentan superficies dedicadas al cultivo, entre los más importantes están: el maíz, calabaza, sandia, entre otros.





Asentamientos humanos.





Así las cosas, la mayor parte la conforman las áreas con Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia en recuperación con una superficie de 362.173 ha (49.76% del SA), seguido por Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subperennifolia en recuperación con una superficie de 292.048 ha (40.13% del SA), Zonas desprovistas de vegetación con Asentamientos humanos con una superficie de 50.816 ha (6.98% del SA), Agricultura de humedad (temporal) con una superficie de 18.824 ha (2.59% del SA) y Cuerpo de agua con una superficie de 3.921 ha (0.54% del SA).

Tabla IV. 06. Vegetación y usos de suelo en el sistema ambiental.

CLAVE	DESCRIPCIÓN	SUPERFICIES		
		M2	HA	%
VSa/SMQ	Vegetación secundaria arbustiva de Selva mediana subperennifolia	2,920,480.879	292.048	40.13
VSA/SMQ	Vegetación secundaria arbórea de Selva mediana subperennifolia	3,621,729.917	362.173	49.76
H	Agricultura de humedad (temporal)	188,244.419	18.824	2.59
AH	Asentamientos humanos	508,159.544	50.816	6.98
H2O	Cuerpo de agua	39,208.681	3.921	0.54
TOTAL		**7,277,823.440**	**727.782**	**100.00**

A continuación, en la siguiente imagen, se presenta el mapa de usos de suelo y vegetación reportados por el INEGI en el Sistema Ambiental.

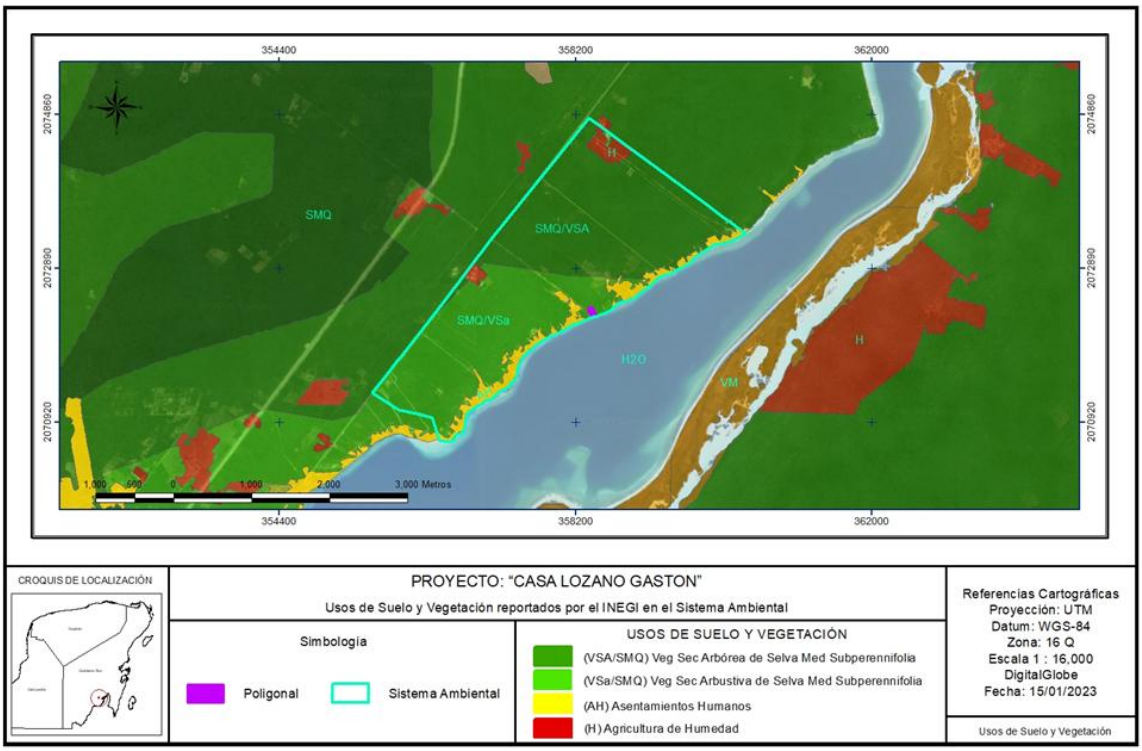


Imagen IV. 10. Uso de suelo y vegetación reportados por INEGI en el Sistema Ambiental.

Considerando que el proyecto propuesto afectará vegetación secundaria arbustiva de Selva Mediana subperennifolia, en seguida, se presenta un análisis de la estructura y composición de un ecosistema similar dentro del Sistema Ambiental que para fines del presente estudio se denominará el predio testigo o la unidad testigo; tal como se describe a continuación.

- **Metodología para el levantamiento de Flora en campo.**

Elaboración del inventario florístico.

Debido a que la definición y reconocimiento de las principales formaciones vegetales dependen en gran medida del conocimiento taxonómico preciso, primeramente, como parte del muestreo, se llevó a cabo un inventario florístico como unidad para describir la vegetación. Dicho inventario nos permitió conocer el estado de conservación o condición de un bosque particular o de sus especies asociadas y además permite determinar el grado de amenaza o vulnerabilidad real o potencial, a partir de lo cual se podrán establecer estrategias vinculadas con el manejo o conservación de la zona.

Es por ello, que, se realizaron recorridos de reconocimiento a lo largo del eje del proyecto, llevando a cabo la colecta de material botánico. Se obtuvieron datos y material fresco a través de recolectas de elementos fértiles y en vegetativo, con el fin de preservar características importantes para la determinación de familias, géneros y especies, y favorecer de tal forma el reconocimiento de las

especies presentes en el área de estudio. Los ejemplares colectados se prensaron separándolo por similitud morfológica, extendiendo la planta, hoja y demás partes sobre papel periódico e intercalándolas con piezas de cartón corrugado. Los frutos, semillas y flores se colectaron en bolsas de papel estraza previamente etiquetadas, sobre todo si éstos eran muy voluminosos, difíciles de prensar o se desprendieran fácilmente del ejemplar. Al momento de la recolección se tomaron fotografías de partes vegetativas y reproductivas de los ejemplares, asimismo se llevó a cabo la toma de datos, entre los que se encuentran el hábitat y las características biológicas (forma de vida, tipo y color de flor, fruto, semillas, corteza, exudados, aromas etc.). El secado se llevó a cabo por medio del aplanado y deshidratado, con el fin de preservar las estructuras de las plantas que permiten su identificación.



Coleta de material vegetativo

Posteriormente se analizó el material y la información de las colectas en gabinete, determinado el nombre científico y la familia a la que pertenece el ejemplar recolectado, corroborando dicha determinación con la comparación de especímenes depositados en distintos herbarios consultados en línea, obteniendo finalmente el inventario florístico del área de estudio.

Método de caracterización de la vegetación en el Sistema Ambiental

Como bien señalan Romahn, V., C. F. y Ramírez, M. H. (2010), el diseño de muestreo debe ir acorde con los objetivos del inventario y estar determinado por la clase de unidades de muestreo, su tamaño y forma, seguido por los procedimientos de medición en las unidades seleccionadas y el análisis de los datos resultantes. Por otra parte, los mismos autores señalan que para determinar la forma de los sitios de muestreo se deben considerar, básicamente, los problemas prácticos que se puedan presentar al delimitar directamente en el campo, las diferentes formas factibles de uso, los objetivos mismos del inventario, la zona por inventariar, etcétera, y en ese sentido los sitios de muestreo pueden tener la forma que más convenga a las posibilidades y tiempo disponibles, de tal manera que podamos tener sitios cuadrados, rectangulares, circulares, triangulares, romboidales, irregulares, principalmente.

El muestreo se planteó con el objetivo de distribuir los sitios en la comunidad ubicada dentro del Sistema Ambiental del presente proyecto. Para esto, se revisó la carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII escala 1:250,000 de INEGI y de manera complementaria se utilizaron los sistemas

especializados en cartografía digital (ArcGis y MapSource) e imágenes disponibles de Google Earth. De este modo se determinó la calidad, composición, fisionomía, estructura y tipo de vegetación en los sitios de afectación. El número de muestreos se definió de acuerdo con el porcentaje óptimo de muestras estimadas para mantener una confiabilidad del 95% y un error de máximo 10%, además se contempla el estado de conservación de la vegetación, realizando el muestreo sobre vegetación del Sistema Ambiental en superficies con el mismo estado tipo de vegetación que el que tiene el área del predio, para que estos pudieran ser comparables al momento de realizar el análisis de biodiversidad. El diseño y selección del método de muestreo se realizó a través de sitios circulares.

El muestreo circular es recomendable ya que requiere de puntos de control único correspondiente al centroide. Permiten obtener suficiente información de las características dasonómicas y del sitio forestal, además de ofrecer rapidez y eficiencia en la toma de datos.

Sitios de muestreo.

Este método consistió en diseñar y seleccionar sitios circulares a través del muestreo dirigido, el cual consistió en seleccionar las áreas a muestrear cercanas a las poligonales del predio. Para esto se consideró la caracterización del tipo de vegetación presente siendo vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia el tipo de vegetación que se afectará en el predio. La ventaja de este tipo de muestreo es la planificación en el mismo lugar donde se realizará el estudio y que la aplicación del diseño es más rápida.

En el presente estudio, se consideró la caracterización sobre el tipo de vegetación por afectar y se aseguró que la vegetación quedase correctamente muestreada. La vegetación presente en campo corresponde a Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subperennifolia (VSa/SMQ). En el Sistema Ambiental se realizaron 8 sitios de muestreo, los cuales se llevaron a cabo en el mes de junio del año 2025. A continuación, se presentan las coordenadas de los sitios de muestreo para el Sistema Ambiental en la flora.

Tabla IV. 07. Coordenadas de los Sitios de muestreo en el Sistema Ambiental.

SITIO	X	Y
1	358385	2072418
2	358338	2072393
3	358279	2072457
4	358208	2072544
5	358061	2072290
6	358004	2072265
7	357934	2072254
8	357875	2072214

A continuación, se presenta en la siguiente imagen la ubicación de los sitios de muestreo de flora en el Sistema Ambiental.

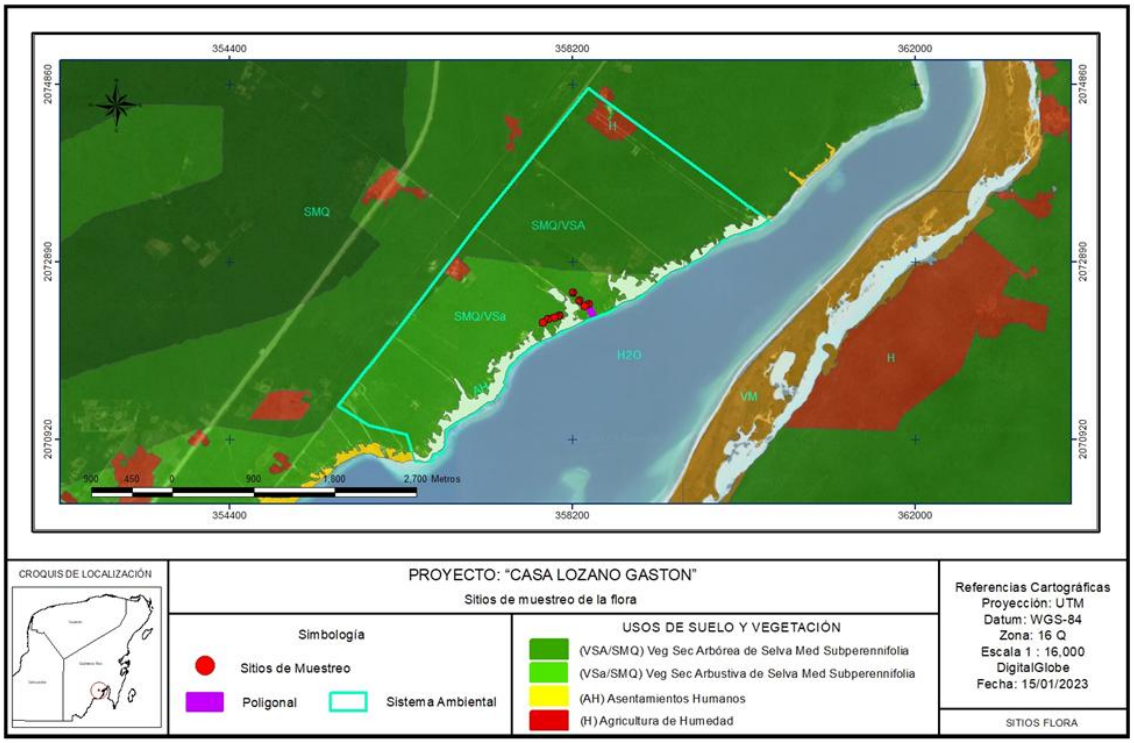


Imagen IV. 11. Sitios de Muestreo de la Flora del Sistema Ambiental

Diseño de muestreo

El diseño de muestreo requiere de un planteamiento teórico, es decir, entender los conceptos básicos relacionados con el diseño de muestreo y su fundamento estadístico, los cuales son la base del proceso general de la recopilación y registro de datos de los elementos forestales en cuestión, por lo que a continuación se describe la metodología empleada para la recopilación de la información necesaria para el análisis de la vegetación. El tamaño del sitio de muestreo está inversamente relacionado con la facilidad y velocidad de muestreo y también depende de la forma de vida y de la densidad de los individuos, así como de la densidad de las plantas a medirse; se debe refinar el tamaño adecuado, ya que, de no ser así, habrá parcelas con ausencia de individuos o, al contrario, se tendrán cuadrantes en los que se utilizará mucho tiempo (Mostacedo y Frederick, 2000). El tamaño de la unidad muestral dependerá fundamentalmente de las características morfológicas de las plantas en estudio y de la capacidad de detectarlas. Diferentes tipos de comunidades vegetales requieren diferentes tamaños de unidad muestral (Gonzales- Olivia et. al., 2017). Según Sutherland (2006) los tamaños frecuentemente usados son 0.25-16 m2 para hierbas, arbustos pequeños, plantas acuáticas y comunidades arbustivas; 200 2,500 m2 para árboles y bosques. No obstante, la decisión del tamaño deberá depender de las características del sitio, objetivo del inventario, así como del número de personas y el tiempo disponible para realizar el trabajo.

Para el levantamiento de datos fueron definidos circulares de diferentes tamaños para poder medir los datos considerando sus dimensiones y abundancias independientemente de la forma biológica

que pueda tener la especie. Se determinaron tres estratos denominados arbóreo, arbustivo y herbáceo.

Para la forma de vida de árboles, epífitas y cactáceas se llevó a cabo muestreos circulares, cada uno con un radio de 12.62 m y con una superficie de 500 m^2; en el caso de arbustos el muestreo fue de 100 m^2 con un radio de 5.64 y para las herbáceas se establecieron sitios de muestreo con un radio de 1.26 m equivalente a una superficie de 5 m^2, los cuales fueron de forma cuadrada. Con respecto a las especies que por su tamaño o abundancia fue imposible medirlas en un solo sitio, se procedió a medirlas en áreas más chicos para posteriormente extrapolar los datos a una hectárea y poder generar los cálculos con base en una misma unidad de análisis. A manera de ejemplo, para las especies de palmas se consideró su medición dentro de los estratos donde fuese más fácil medirlas por su talla o su hábito de crecimiento, pero finalmente se extrapolarán los datos a 1 hectárea con la finalidad de poder analizar todas las especies en una misma unidad de evaluación.

De acuerdo con Moreno y López (Moreno & López, 2009), se considera que la variación en una comunidad queda mejor representada si se usa un número mayor de unidades de muestreo de tamaño más chico que un menor número, pero más grandes.

En los sitios de muestreo, se realizó un recorrido dentro de cada estrato, se contabilizaron todos los individuos de los estratos y forma de vida, en los cuales se tomaron medidas dasométricas para cada uno de ellos: altura, diámetro basal para arbustos, diámetro normal para arboles (> o = a 10 cm) y además coberturas para cactáceas, epifitas, herbáceas.

Toma de información en campo

Para el estudio ecológico de las comunidades vegetales que componen el Sistema Ambiental del proyecto, se utilizó el diseño de muestreo dirigido. Los sitios de muestreo se ubicaron de manera seleccionada y de manera que fueran representativos del tipo de vegetación donde también se encuentra el área del predio. Para cada sitio de muestreo, la vegetación fue dividida en estratos de acuerdo a sus dimensiones y hábitos de crecimiento para agilizar el muestreo. Posterior al levantamiento se procedió a separar los datos por forma de vida, dividiéndolo en 4 siendo: arbórea, arbustiva, herbáceas y Epífitas y/o cactáceas, con el objetivo de poder analizar en grupo a las principales formas de vida encontradas. Las características de cada uno son las siguientes:

Arbórea: se consideraron todos aquellos individuos que presentaron son plantas leñosas perenne con un solo tronco principal o, en el caso del monte bajo con varios tallos, que tengan una copa más o menos definida (DOF, 11/04/2022). Además de esto se consideraron a los individuos de árboles que por su etapa de desarrollo no pueden ser consideradas como maderables y que tienen porte de renuevo.

Arbustiva: Plantas leñosas perenne con una altura que sobrepasa generalmente los 0.5 metros, pero no alcanza los 5 metros a su madurez y sin un sólo vástago principal, ni una copa definida (DOF, 11/04/2022). Aquí se consideran los individuos de especies que en su mayor estado de desarrollo son arbustivas pero que en el momento del levantamiento tienen porte bajo.

Suculentas: Las suculentas son plantas que almacenan agua en sus hojas, tallos o raíces, lo que les permite adaptarse a ambientes áridos y sobrevivir en condiciones de sequía. Estas plantas tienen una apariencia única y se han vuelto populares tanto en jardines como en espacios interiores. Algunas suculentas comunes incluyen cactus, crasas, aloe vera, etc.

Herbáceo: se consideraron aquellos individuos que no presentaron lignificación (Rzedowski, 2006). Dentro de este estrato se considerarán sólo las que por su descripción taxonómica son herbáceas.

Por cada sitio de muestreo se realizó lo siguiente:

- Toma de la coordenada central de cada sitio circular, las cuales se registraron en formato UTM, utilizando el DATUM WGS84 (con un error aproximado de + - 5 m). Asimismo, se colocaron estacas de madera para ubicar el centro del sitio.



Ubicación y delimitación de los sitios de muestreo para la flora.

- Marcado árboles con aerosol, donde se anotó el número correspondiente al árbol en turno (1, 2, 3, ...) y el sitio correspondiente, esto con el fin de poder identificar la especie y verificar sus datos dasométricos en una visita de supervisión.
- Registro por nombre científico de todos los elementos arbóreos, arbustivos, herbáceos, epífitas y/o cactáceas, palmas y trepadoras y/o enredaderas.
- Para cada árbol se tomaron las siguientes variables: abundancias, diámetro normal (cm), altura (m) y diámetro de copa (m).
- Para los individuos de arbustivos se tomaron datos de abundancia, altura (m) y diámetro basal (cm).
- Para individuos de herbáceas se tomó datos de abundancia, cobertura y la altura (m).
- Para el caso de la forma de vida epífitas y/o cactáceas se tomó datos de abundancia, diámetro basal (cm) y la altura (m).
- Para las especies trepadoras y/o enredaderas se registraron datos de abundancia, cobertura (cm) y altura (m).
- En el caso de las palmas se registraron datos de abundancia, diámetro basal (cm) y la altura (m).




Medición de los individuos dentro de los sitios de muestreo de la flora.

Métodos para determinar la suficiencia del muestreo

Las poblaciones objeto de un inventario forestal son normalmente demasiado grandes para ser enumeradas completamente o para censarlas, por la cual se recurre al muestreo, ya que éste nos proporciona la información necesaria a un costo mucho menor y con mayor rapidez. Por tanto, el conocer si el muestreo es estadísticamente representativo de la población es la base del inventario forestal. Por lo cual se recurre al análisis de la intensidad de muestreo previo al inventario, y la estimación de tamaño de muestra con niveles de confianza entre 95 y 99%, con base en los datos resultantes de un premuestreo. Los análisis mencionados anteriormente nos permiten tener certeza de la representatividad del muestreo para toda la población. A continuación, se presenta el cálculo del tamaño de muestra e intensidad de muestreo por tipo de vegetación que se distribuye en nuestra población de estudio (superficie sujeta a cambio de uso de suelo). Cabe indicar que los valores de referencia, así como las fórmulas utilizadas en los siguientes puntos pueden verificarse en el libro Dendrometría de Carlos Francisco Romahn de la Vega y Hugo Ramírez Maldonado (2010) publicado por la División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo. Asimismo, los valores de T de Student pueden verificarse en cualquier libro de estadística básica, por ejemplo: Métodos Estadísticos: Un enfoque interdisciplinario, Said Infante y Zarate 2008.

Intensidad de muestreo

La intensidad de muestreo es la relación porcentual de la superficie de la muestra con respecto a la superficie total (Romahn de la Vega y Ramírez, 2010). A continuación, se muestra la expresión matemática para la estimación de la intensidad de muestreo en porcentaje:

Las intensidades se estimaron con la siguiente formula: IM (%) = Intensidad de muestreo (%).

$$IM\ (\%) = \left(\frac{\text{sup}\ muestreada\ (ha)}{\text{sup}\ total\ (ha)}\right) * 100$$

Para las unidades de 500 m2:

$$IM(\%) = \left(\frac{4{,}000\ (m2)}{2{,}920{,}480.879\ (\mathrm{m2})}\right) * 100 = 0.14\%$$

Dónde:

IM (%) = Intensidad de muestreo expresada en porcentaje.

La superficie con vegetación forestal y la intensidad de muestreo guardan una relación inversamente proporcional, por lo que entre más grande es el área, la intensidad de muestreo disminuye y viceversa, entre más pequeña es el área, la intensidad de muestreo aumenta, debido a que en áreas muy pequeñas (1 a 3 ha) el tamaño del error de muestreo es normalmente muy alto, y se requiere entonces de un número mayor de sitios y por ende mayor superficie, para obtener estimaciones representativas (Spitler, 1995). En inventarios forestales se han utilizado intensidades de muestreo entre 0.1 % y 1 % y el valor que se tome estará en función de la superficie a inventariar, de los recursos financieros, la precisión requerida y el tiempo disponible para realizar el inventario (Romahn y Ramírez 2010).

Lo anterior, la intensidad de muestreo obtenida para VSa/SMQ f de las 8 unidades de muestreo de 500 m^2 que se establecieron sistemáticamente dentro del SA donde se pretende el proyecto, se obtuvo una superficie total de muestreo de 4,000 m^2 que representa el 0.14% de intensidad de muestreo.

Tamaño de la muestra

El número de observaciones necesarias en una muestra dependerá de la precisión deseada y de la variabilidad inherente de la población muestreada. Para la estimación de tamaño de muestra se utilizó una precisión o nivel de confianza de 95% y la estadística descriptiva de la variable número de individuos por tipo de vegetación. Posteriormente se calculó el tamaño de muestra con la ecuación óptima de acuerdo con De la Hoz, et al (2004) que se muestra a continuación Ecuación 1.

- t= valor de la tabla de t de Student con α y n grados de libertad (para poblaciones finitas).
- s2= Varianza
- s= Desviación estándar
- E= Margen de error
- P= Proporción de cada estrato evaluado (tipo de vegetación)

Respecto a los valores de la tabla de T de Student, debido a que el nivel de confianza o precisión deseado es 95% se utilizó un α=0.05; por otra parte, los grados de libertad (n) se obtuvieron en el tipo de vegetación por medio de cada número de sitios levantados (n) para cada estrato (j). En la siguiente tabla se muestra los valores de la tabla de t de Student con n-m grados de libertad y α=0.05.

Tabla IV. 08. Valores de la tabla de t de student

Tipo de Vegetación	Número de Sitios (n)	Grados de Libertad (n-M)	Valor de T (A,GL)
VSa/SMQ	8	7	2.3646

Los resultados obtenidos de la estimación del tamaño de muestra por tipo de vegetación, así como los valores utilizados para su estimación se muestran en la siguiente Tabla.

Tabla IV. 09. Tabla de Resultados

Estimador	Símbolo	Tipo de vegetación
		SMQ
Media de la variable número de individuos	$\bar{x}$	69
Varianza de la variable número de individuos	s^2	63.7143
Desviación estándar de la variable número de individuos	s	7.9821
Valor de t Student (α, n-1 g.l)	t	2.3646
Margen de error de la variable número de individuos	E	6.67
Error relativo	E%	9.67
Número de sitios	N	7.48

Con base en los resultados mostrados anteriormente se concluye que con un nivel de confianza del 95%, el número de sitios levantados son representativos de la población en estudio toda vez que los estimadores calculados determinan una suficiencia de muestreo con 7 sitios en total y la muestra total levantada fue de 8 sitios para la vegetación de VSa/SMQ.

El margen de error obtenido es coherente con las características intrínsecas del tipo de comunidad vegetal analizado, lo que da como resultado una baja variabilidad entre los sitios de muestreo (Romahn de la Vega y Maldonado R. (2010)).

Asimismo, se estimó el Error de muestreo con la finalidad de asegurar que este sea menor al 10%, estimándose de la siguiente forma:

Error típico.

$$S_{\bar{x}} = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

Error absoluto.

$$\bar{x} \pm \varepsilon = \bar{x} \pm t \cdot S_{\bar{x}}$$

Error relativo.

$$\varepsilon\,\% = \frac{\varepsilon}{\bar{x}} \times 100$$

Tabla IV. 10. Error de muestreo.

Estimador	Símbolo	Valor
Error típico o estándar poblaciones infinitas	**Sx**	2.8221
Error absoluto	**E**	6.6732
Error relativo	**E%**	9.6713
Tamaño muestral estimado	**n**	7.4828
Máximo error permitido	**e%**	10

De acuerdo con los cálculos realizados y el análisis anterior, se determina que el muestreo con 8 muestras es suficiente, lo anterior dado que el valor supera a la intensidad de muestreo estimada con una confiabilidad del 95 % y el error estimado con estos datos es del 9.67%, cumpliendo con la necesidad de no sobrepasar el 10% definido como el máximo permisible para este método.

Resultados del inventario

A través de los muestreos realizados a lo largo de las unidades de muestreo establecidas dentro del Sistema Ambiental, se registró 90 especies dentro del mismo.

Tabla IV. 11. Resultados de los muestreos.

Familia	Género	Especie
45	81	90

A continuación, se presenta la base con las especies encontradas dentro del área del Sistema Ambiental para la vegetación de VSa/SMQ, donde se resaltan las especies presentes dentro de alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la Modificación del Anexo Normativo III, encontrándose una especie en estatus de Amenazada (A).

Tabla IV. 12. Listado florístico de las especies vegetales registradas en el Sistema ambiental y su correspondiente forma de vida y categoría de protección.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	PROTECCION
Apocynaceae	*Cascabela gaumeri*	Akitz	Árbol	-
Boraginaceae	*Bourreria pulchra*	Bacalche	Árbol	-
Icanicaceae	*Olloschultzia pallida*	Bayal	Arbustivo	-
Leguminosae	*Lonchocarpus parviflorus*	Bec che	Árbol	-
Picramniaceae	*Alvaradoa amorphoides*	Belsinic che	Arbustivo	-
Polygonaceae	*Coccoloba cozumelensis*	Bob	Árbol	-
Boraginaceae	*Cordia alliodora*	Bojon	Árbol	-
Burseraceae	*Bursera simaruba*	Chacah	Árbol	-
Apocynaceae	*Plumeria rubra L.*	Chacniche	Árbol	-
Primulaceae	*Jacquinia albiflora*	Chacsikin	Arbustivo	-
Fabaceae	*Caesalpinia mollis*	Chacte viga	Árbol	-
Myrsinaceae	*Parathesis cubana*	Chamalche	Árbol	-

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	PROTECCION
Flacourtiaceae	*Laetia thamnia*	Chauche	Árbol	-
Anacardiaceae	*Metopium brownei*	Chechem	Árbol	-
Fabaceae	*Acacia pennatula*	Chimay	Arbustivo	-
Rhamnaceae	*Krugiodendrum ferreum*	Chin toc	Árbol	-
Moraceae	*Ficus cotinifolia*	Copo chi´ich	Arbustivo	-
Polygonaceae	*Gymnopodium floribundum*	Dzidzilche	Árbol	-
Putranjivaceae	*Drypetes laterifolia*	Eculeb	Árbol	-
Apocynaceae	*Plumeria obtusa*	Flor de mayo	Árbol	-
Leguminosae	*Platymiscium yucatanum*	Granadillo	Árbol	-
Mirtáceas	*Psidium sartorianum*	Guayabillo	Árbol	-
Araceae	*Sabal yapa*	Huano	Palma	-
Sapindaceae	*Talisia olivaeformis*	Huaya	Árbol	-
Sapindaceae	*Exothea diphylla*	Huayun cox	Árbol	-
Akaniaceae	*Akania belizensis*	Ik bach	Arbustivo	-
Leguminosae	*Piscidia oiscioute*	Jabin	Árbol	-
Fabaceae	*Acacia glomerosa*	Jupich	Árbol	-
Fabaceae	*Lonchocarpus rugosus*	Kanasin	Árbol	-
Sapindaceae	*Thouinia paucidentata*	Kanchunup	Arbustivo	-
Polygonaceae	*Coccoloba lancifolia*	Kantun bob	Arbustivo	-
Fabaceae	*Swartzia cubensis*	Katalox	Árbol	-
Euphorbiaceae	*Drypetes lateriflora*	Kekenche	Árbol	-
Fabaceae	*Caesalpinia gaumeri*	Kitanche	Árbol	-
Lauraceae	*Nectandra salicifolia*	Laurelillo	Árbol	-
Rhamnaceae	*Karwinskia humboldtiana*	Lunche	Árbol	-
Malvaceae	*Hampea trilobata*	Majahua	Arbustivo	-
Simaroubaceae	*Simaruba glauca*	Negrito	Árbol	-
Verbenaceae	*Lantana hirta*	Oreganillo	Arbustivo	-
Sp.	*Sp.*	Pakalche	Arbustivo	-
Rubiaceae	*Randia truncata*	Pech kitan	Arbustivo	-
Arecaceae	*Thrinax radiata*	Chit	Palma	A
Euphorbiaceae	*Croton reflexifolius*	Perezcutz	Árbol	-
Malvaceae	*Ceiba aesculifolia*	Piim	Árbol	-
Burseraceae	*Protium copal*	Pom	Árbol	-
Lamiaceae	*Callicarpa acuminata*	Pukin	Arbustivo	-
Fabaceae	*Gliricidia Sepium*	Sac away	Árbol	-
Polygonaceae	*coccoloba spicata*	Sac bob	Árbol	-
Fabaceae	*Acacia gaumeri*	Sac catzin	Arbustivo	-
Apiaceae	*Dendropanax arboreus*	Sac chacah	Árbol	-
Malpighiaceae	*Malpighia emarginata*	Sac itza	Arbustivo	-
Malpighiaceae	*Byrsonima bucidaefolia*	Sac paj	Árbol	-

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	PROTECCION
Celastraceae	*Elaeodendron xylocarpum*	Sac pom	Árbol	-
Moraceae	*Ficus maxima*	Sac yab	Árbol	-
Myrtaceae	*Eugenia mayana*	Saclobche	Árbol	-
Rutaceae	*Zanthoxylum caribaeum*	Sacniche	Árbol	-
Ebenaceae	*Diospyros tetrasperma*	Silil	Árbol	-
Malpighiaceae	*Bunchosia glandulosa*	Sipche	Arbustivo	-
Fabaceae	*Acacia cornigera*	Subin	Arbustivo	-
Fabaceae	*Albizia tomentosa*	Subin tul	Árbol	-
Malvaceae	*Helicteres baruensis*	Suput	Arbustivo	-
Nyctaginaceae	*Neea psychotrioides*	Tadzi	Árbol	-
Fabaceae	*Caesalpinea yucatanensis*	Takinche	Árbol	-
Salicaceae	*Zuelania guidonia*	Tamay	Árbol	-
Rubiaceae	*Guettarda combsii*	Tastab	Árbol	-
Leguminosae	*Lysiloma latisiliquum*	Tzalam	Árbol	-
Fabaceae	*Bauhinia divaricata*	Tzuruntoc	Arbustivo	-
Fabaceae	*Diphysa carthagenesis*	Tzutzuc	Árbol	-
Ebenaceae	*Diospyros yatesiana*	Uchulche	Árbol	-
Malpighiaceae	*Malpighia emarginata*	Wayate	Árbol	-
Fabaceae	*Pithecellobium leucospermum*	Yax ek	Árbol	-
Fabaceae	*Senna racemosa*	Yax jabin	Árbol	-
Vervenaceae	*Vitex gaumeri*	Yaxnic	Árbol	-
Sapotaceae	*Manilkara sapota*	Zapote	Árbol	-
Rubiaceae	*Psychotria pubescens*	X-yax K'anan	Herbácea	-
Bromeliaceae	*Bromelia plumieri*	Piñuela	Herbácea	-
Cactaceae	*Epyphillum cactus*	K´oj	Epifitas	-
Araceae	*Anthurium schlechtendalii*	Boobtun	Herbácea	-
Cactaceae	*Aporocactus flagelliformis*	Cola de rata	Epifitas	A
Araceae	*Philodendron jacquinii*	Baston de viejo	Herbácea	
Bromeliaceae	*Tillandsia fasciculata*	Gallito	Epifitas	A
Orchidaceae	*Lophiaris oerstedii*	Desconocido	Epifitas	
Arecaceae	*Crysophila stauracantha*	Chit cuc	Palma	-
Bromeliaceae	*Aechmea bromeliifolia*	Punta	Epifitas	A
Commelinaceae	*Tradescantia spathacea*	Maguey blanco	Herbácea	-
Orchidaceae	*Myrmecophila christinae*	Flor de confesionario	Epifitas	-
Orchidaceae	*Prosthechea boothianum*	Desconocido	Epifitas	-
Orchidaceae	*Oncidium ensatum*	Dama danzante	Epifitas	-
Orchidaceae	*Vanilla planifolia*	Vainilla	Epifitas	-
Orchidaceae	*Oeceoclades maculata*	Monje	Epifitas	-

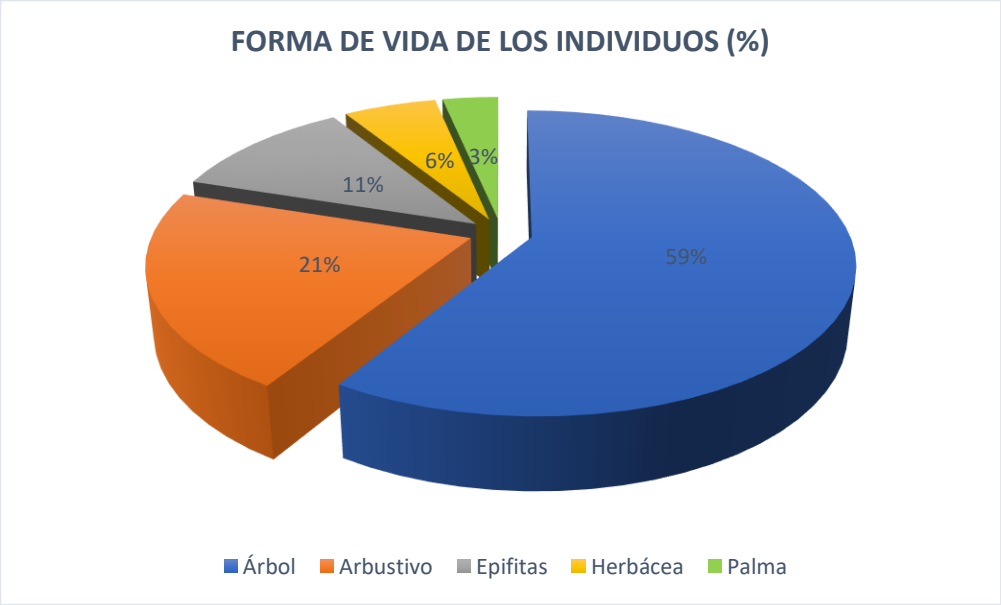


Figura IV. 04. Composición de especies. Las 90 especies registradas se distribuyen en cinco formas biológicas (Árbol, Arbusto, herbáceo, palma y epifitas) de las cuales predomina la forma arbórea con el (59%).

De acuerdo con las especies de vegetación presente en el Sistema Ambiental donde se realizará el proyecto, y a la condición de las mismas, se puede indicar que corresponde a Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia. Entre las especies con mayor desarrollo podemos a encontrar a *Bursera simaruba* (Chaca rojo), *Piscidia piscipula* (Jabín), *Lysiloma bahamensis* (Tsalam) y *Vitex gaumeri* (Yaxnik) entre otras especies, las cuales se encuentran tanto en estado arbóreo como arbustivo.








Evidencia fotográfica de la condición de la vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia identificada en el Sistema Ambiental.

Densidad absoluta.

El resultado del número de individuos por cada uno de los estratos, herbáceo, arbustivo y arbóreo por la superficie total del predio y por hectárea se presenta en las siguientes tablas.

- **Estrato arbóreo.**

Para el estrato arbóreo se identificaron 48 especies que corresponden a 28 familias de las cuales, Fabaceaes están representadas en 11 especies, es decir, el 39.28% de las especies están ubicadas en dicha familia botánica. La familia Sapindaceae contribuye con 3 especies al igual que las Leguminosae y el restante de las especies está distribuidas en 11 familias.

Tabla IV. 13. Riqueza florística estrato arbóreo registrada en el Sistema Ambiental y su correspondiente forma de vida y categoría de protección.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	PROTECCION
Apocynaceae	*Cascabela gaumeri*	Akitz	Árbol	-
Leguminosae	*Lonchocarpus parviflorus*	Bec che	Árbol	-
Picramniaceae	*Alvaradoa amorphoides*	Belsinic che	Arbustivo	-
Polygonaceae	*Coccoloba cozumelensis*	Bob	Árbol	-
Boraginaceae	*Cordia alliodora*	Bojon	Árbol	-
Burseraceae	*Bursera simaruba*	Chacah	Árbol	-
Fabaceae	*Caesalpinia mollis*	Chacte viga	Árbol	-
Anacardiaceae	*Metopium brownei*	Chechem	Árbol	-
Fabaceae	*Acacia pennatula*	Chimay	Arbustivo	-
Rhamnaceae	*Krugiodendrum ferreum*	Chin toc	Árbol	-
Moraceae	*Ficus cotinifolia*	Copo chi´ich	Arbustivo	-
Apocynaceae	*Plumeria obtusa*	Flor de mayo	Árbol	-
Leguminosae	*Platymiscium yucatanum*	Granadillo	Árbol	-
Mirtáceas	*Psidium sartorianum*	Guayabillo	Árbol	-
Araceae	*Sabal yapa*	Huano	Palma	-

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	PROTECCION
Sapindaceae	*Talisia olivaeformis*	Huaya	Árbol	-
Sapindaceae	*Exothea diphylla*	Huayun cox	Árbol	-
Fabaceae	*Acacia glomerosa*	Jupich	Árbol	-
Fabaceae	*Lonchocarpus rugosus*	Kanasin	Árbol	-
Sapindaceae	*Thouinia paucidentata*	Kanchunup	Arbustivo	-
Polygonaceae	*Coccoloba lancifolia*	Kantun bob	Arbustivo	-
Fabaceae	*Swartzia cubensis*	Katalox	Árbol	-
Euphorbiaceae	*Drypetes lateriflora*	Kekenche	Árbol	-
Fabaceae	*Caesalpinia gaumeri*	Kitanche	Árbol	-
Rhamnaceae	*Karwinskia humboldtiana*	Lunche	Árbol	-
Simaroubaceae	*Simaruba glauca*	Negrito	Árbol	-
Verbenaceae	*Lantana hirta*	Oreganillo	Arbustivo	-
Malvaceae	*Ceiba aesculifolia*	Piim	Árbol	-
Burseraceae	*Protium copal*	Pom	Árbol	-
Fabaceae	*Gliricidia Sepium*	Sac away	Árbol	-
Polygonaceae	*coccoloba spicata*	Sac bob	Árbol	-
Apiaceae	*Dendropanax arboreus*	Sac chacah	Árbol	-
Malpighiaceae	*Byrsonima bucidaefolia*	Sac paj	Árbol	-
Moraceae	*Ficus maxima*	Sac yab	Árbol	-
Rutaceae	*Zanthoxylum caribaeum*	Sacniche	Árbol	-
Ebenaceae	*Diospyros tetrasperma*	Silil	Árbol	-
Fabaceae	*Albizia tomentosa*	Subin tul	Árbol	-
Nyctaginaceae	*Neea psychotrioides*	Tadzi	Árbol	-
Fabaceae	*Caesalpinea yucatanensis*	Takinche	Árbol	-
Salicaceae	*Zuelania guidonia*	Tamay	Árbol	-
Rubiaceae	*Guettarda combsii*	Tastab	Árbol	-
Leguminosae	*Lysiloma latisiliquum*	Tzalam	Árbol	-
Fabaceae	*Diphysa carthagenesis*	Tzutzuc	Árbol	-
Malpighiaceae	*Malpighia emarginata*	Wayate	Árbol	-
Fabaceae	*Pithecellobium leucospermum*	Yax ek	Árbol	-
Fabaceae	*Senna racemosa*	Yax jabin	Árbol	-
Vervenaceae	*Vitex gaumeri*	Yaxnic	Árbol	-
Sapotaceae	*Manilkara sapota*	Zapote	Árbol	-

FAMILIA	ESPECIE	%
Fabaceae	1	2.08
Polygonaceae	1	2.08
Verbenaceae	1	2.08
Anacardiaceae	1	2.08
Apiaceae	1	2.08
Apocynaceae	2	4.17
Araceae	1	2.08
Boraginaceae	1	2.08
Burseraceae	2	4.17
Ebenaceae	1	2.08
Euphorbiaceae	1	2.08
Fabaceae	11	22.92
Leguminosae	3	6.25
Malpighiaceae	2	4.17
Malvaceae	1	2.08
Mirtáceas	1	2.08
Moraceae	2	4.17
Nyctaginaceae	1	2.08
Picramniaceae	1	2.08
Polygonaceae	2	4.17
Rhamnaceae	2	4.17
Rubiaceae	1	2.08
Rutaceae	1	2.08
Salicaceae	1	2.08
Sapindaceae	3	6.25
Sapotaceae	1	2.08
Simaroubaceae	1	2.08
Vervenaceae	1	2.08
TOTAL	**48**	**100.0**

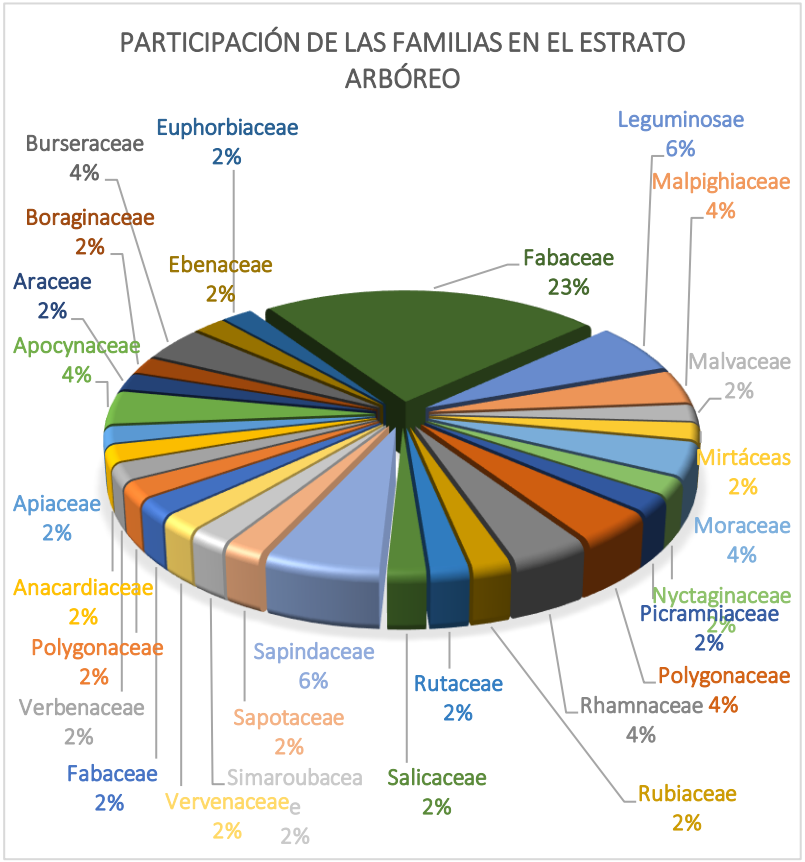


Figura IV. 05. Participación por familia botánica en la riqueza específica del estrato arbóreo de la vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia.

- **Estrato arbustivo.**

Para el estrato arbustivo se identificaron 53 especies que corresponden a 34 familias de las cuales, Fabaceaes está representada en 9 especies, es decir, el 26.47% de las especies están ubicadas en esta familia botánica. La familia Sapindaceaes contribuye con 3 especies al igual que las Malpighiaceaes y el restante de las especies está distribuido en 19 familias.

Tabla IV. 14. Riqueza florística estrato arbustivo registrada en el Sistema Ambiental y su correspondiente forma de vida y categoría de protección.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	PROTECCION
Apocynaceae	*Cascabela gaumeri*	Akitz	Árbol	-
Boraginaceae	*Bourreria pulchra*	Bacalche	Árbol	-
Icanicaceae	*Olloschultzia pallida*	Bayal	Arbustivo	-
Leguminosae	*Lonchocarpus parviflorus*	Bec che	Árbol	-
Polygonaceae	*Coccoloba cozumelensis*	Bob	Árbol	-
Burseraceae	*Bursera simaruba*	Chacah	Árbol	-
Apocynaceae	*Plumeria rubra L.*	Chacniche	Árbol	-
Primulaceae	*Jacquinia albiflora*	Chacsikin	Arbustivo	-
Myrsinaceae	*Parathesis cubana*	Chamalche	Árbol	-
Flacourtiaceae	*Laetia thamnia*	Chauche	Árbol	-
Anacardiaceae	*Metopium brownei*	Chechem	Árbol	-
Polygonaceae	*Gymnopodium floribundum*	Dzidzilche	Árbol	-
Putranjivaceae	*Drypetes laterifolia*	Eculeb	Árbol	-
Mirtáceas	*Psidium sartorianum*	Guayabillo	Árbol	-
Sapindaceae	*Talisia olivaeformis*	Huaya	Árbol	-
Sapindaceae	*Exothea diphylla*	Huayun cox	Árbol	-
Akaniaceae	*Akania belizensis*	Ik bach	Arbustivo	-
Leguminosae	*Piscidia oiscioute*	Jabin	Árbol	-
Fabaceae	*Lonchocarpus rugosus*	Kanasin	Árbol	-
Sapindaceae	*Thouinia paucidentata*	Kanchunup	Arbustivo	-
Polygonaceae	*Coccoloba lancifolia*	Kantun bob	Arbustivo	-
Fabaceae	*Swartzia cubensis*	Katalox	Árbol	-
Euphorbiaceae	*Drypetes lateriflora*	Kekenche	Árbol	-
Fabaceae	*Caesalpinia gaumeri*	Kitanche	Árbol	-
Lauraceae	*Nectandra salicifolia*	Laurelillo	Árbol	-
Rhamnaceae	*Karwinskia humboldtiana*	Lunche	Árbol	-
Malvaceae	*Hampea trilobata*	Majahua	Arbustivo	-
Verbenaceae	*Lantana hirta*	Oreganillo	Arbustivo	-
Salicaceae	*Casearia aculeata*	Pakalche	Arbustivo	-
Rubiaceae	*Randia truncata*	Pech kitan	Arbustivo	-
Euphorbiaceae	*Croton reflexifolius*	Perezcutz	Árbol	-
Lamiaceae	*Callicarpa acuminata*	Pukin	Arbustivo	-
Fabaceae	*Gliricidia Sepium*	Sac away	Árbol	-
Fabaceae	*Acacia gaumeri*	Sac catzin	Arbustivo	-
Malpighiaceae	*Malpighia emarginata*	Sac itza	Arbustivo	-
Celastraceae	*Elaeodendron xylocarpum*	Sac pom	Árbol	-
Moraceae	*Ficus maxima*	Sac yab	Árbol	-
Myrtaceae	*Eugenia mayana*	Saclobche	Árbol	-

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	PROTECCION
Rutaceae	*Zanthoxylum caribaeum*	Sacniche	Árbol	-
Malpighiaceae	*Bunchosia glandulosa*	Sipche	Arbustivo	-
Fabaceae	*Acacia cornigera*	Subin	Arbustivo	-
Fabaceae	*Albizia tomentosa*	Subin tul	Árbol	-
Malvaceae	*Helicteres baruensis*	Suput	Arbustivo	-
Nyctaginaceae	*Neea psychotrioides*	Tadzi	Árbol	-
Fabaceae	*Caesalpinea yucatanensis*	Takinche	Árbol	-
Rubiaceae	*Guettarda combsii*	Tastab	Árbol	-
Leguminosae	*Lysiloma latisiliquum*	Tzalam	Árbol	-
Fabaceae	*Bauhinia divaricata*	Tzuruntoc	Arbustivo	-
Ebenaceae	*Diospyros yatesiana*	Uchulche	Árbol	-
Malpighiaceae	*Malpighia emarginata*	Wayate	Árbol	-
Vervenaceae	*Vitex gaumeri*	Yaxnic	Árbol	-
Sapotaceae	*Manilkara sapota*	Zapote	Árbol	-

FAMILIA	ESPECIE	%
Boraginaceae	1	1.89
Polygonaceae	1	1.89
Salicaceae	1	1.89
Verbenaceae	1	1.89
Akaniaceae	1	1.89
Anacardiaceae	1	1.89
Apocynaceae	2	3.77
Arecaceae	1	1.89
Burseraceae	1	1.89
Celastraceae	1	1.89
Ebenaceae	1	1.89
Euphorbiaceae	2	3.77
Fabaceae	9	16.98
Flacourtiaceae	1	1.89
Icanicaceae	1	1.89
Lamiaceae	1	1.89
Lauraceae	1	1.89
Leguminosae	3	5.66
Malpighiaceae	3	5.66
Malvaceae	2	3.77
Mirtáceas	1	1.89
Moraceae	1	1.89
Myrsinaceae	1	1.89
Myrtaceae	1	1.89
Nyctaginaceae	1	1.89
Polygonaceae	2	3.77
Primulaceae	1	1.89
Putranjivaceae	1	1.89
Rhamnaceae	1	1.89
Rubiaceae	2	3.77
Rutaceae	1	1.89
Sapindaceae	3	5.66
Sapotaceae	1	1.89
Vervenaceae	1	1.89
TOTAL	**53**	**100.00**

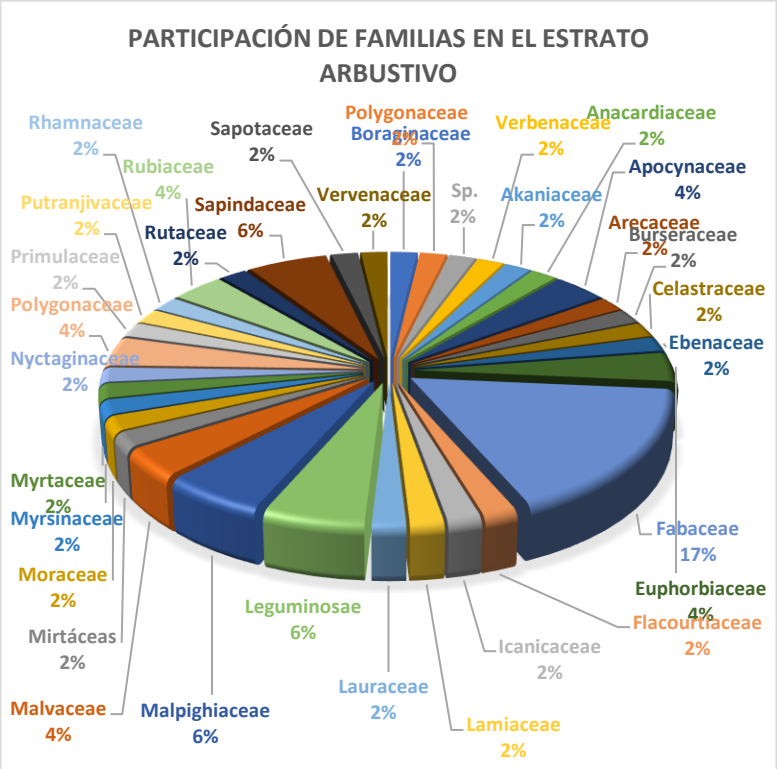


Figura IV. 06. Participación por familia botánica en la riqueza específica del estrato arbustivo de la vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia.

- **Estrato herbáceo.**

Para el estrato herbáceo se identificaron 27 especies que corresponden a 22 familias de las cuales, Euphorbiaceae, Fabaceae, Malpighiaceae, Malvaceae y Polygonaceae que están representadas en 2 especies cada una. El restante de las especies está distribuido en 17 familias.

Tabla IV. 15. Riqueza florística estrato herbáceo registrada en el Sistema Ambiental y su correspondiente forma de vida y categoría de protección.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	PROTECCION
Polygonaceae	*Coccoloba cozumelensis*	Bob	Árbol	-
Araceae	*Anthurium schlechtendalli*	Botun	Arbustivo	-
Myrsinaceae	*Parathesis cubana*	Chamalche	Árbol	-
Polemoniaceae	*Loeselia campechiana*	Chilar	Herbácea	-
Polygonaceae	*Gymnopodium floribundum*	Dzidzilche	Árbol	-
Putranjivaceae	*Drypetes laterifolia*	Eculeb	Árbol	-
Apocynaceae	*Plumeria obtusa*	Flor de mayo	Árbol	-
Polygonaceae	*Coccoloba lancifolia*	Kantun bob	Arbustivo	-
Fabaceae	*Swartzia cubensis*	Katalox	Árbol	-
Euphorbiaceae	*Drypetes lateriflora*	Kekenche	Árbol	-
Lauraceae	*Nectandra salicifolia*	Laurelillo	Árbol	-
Clusiaceae	*Garcinia intermedia*	Niite	Árbol	-
Rubiaceae	*Randia truncata*	Pech kitan	Arbustivo	-
Euphorbiaceae	*Croton reflexifolius*	Perezcutz	Árbol	-
Lamiaceae	*Callicarpa acuminata*	Pukin	Arbustivo	-
Fabaceae	*Acacia gaumeri*	Sac catzin	Arbustivo	-
Malpighiaceae	*Malpighia emarginata*	Sac itza	Arbustivo	-
Rutaceae	*Zanthoxylum caribaeum*	Sacniche	Árbol	-
Ebenaceae	*Diospyros tetrasperma*	Silil	Árbol	-
Malpighiaceae	*Bunchosia glandulosa*	Sipche	Arbustivo	-
Malvaceae	*Helicteres baruensis*	Suput	Arbustivo	-
Nyctaginaceae	*Neea psychotrioides*	Tadzi	Árbol	-
Rutaceae	*Amyris elemifera*	Tajteyuc	Arbusto	-
Malvaceae	*Malvaviscus arboreus*	Tulipán	Arbustivo	-
Arecaceae	*Chamaedorea seifrizii*	Xiat	Herbácea	-
Sapindaceae	*Paullinia pinnata*	Xpajsacan	Arbustivo	-
Sapotaceae	*Manilkara sapota*	Zapote	Árbol	-

FAMILIA	ESPECIE	%
Polygonaceae	1	3.85
Apocynaceae	1	3.85
Arecaceae	1	3.85
Ebenaceae	1	3.85
Euphorbiaceae	2	7.69
Fabaceae	2	7.69
Lamiaceae	1	3.85
Lauraceae	1	3.85
Malpighiaceae	2	7.69
Malvaceae	2	7.69
Myrsinaceae	1	3.85
Nyctaginaceae	1	3.85
Polygonaceae	2	7.69
Putranjivaceae	1	3.85
Rubiaceae	1	3.85
Rutaceae	2	7.69
Sapotaceae	1	3.85
Araceae	1	3.85
Polemoniaceae	1	3.85
Clusiaceae	1	3.85
Sapindaceae	1	3.85
TOTAL	**26**	**100.00**

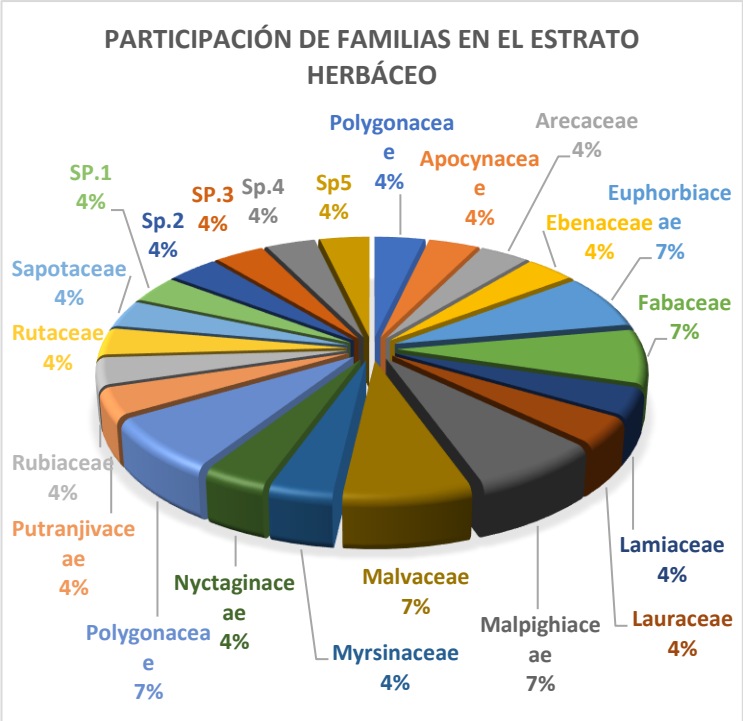


Figura IV. 07. Participación por familia botánica en la riqueza específica del estrato herbáceo de la vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia.

En base a los estudios realizados a la vegetación, se encontraron especies bajo algún estatus de riesgo estipulado en la NOM-059-SEMARNAT-2010. En virtud de lo anterior es que se propone el rescate y reubicación de todos los individuos localizados de esta especie en la superficie del proyecto, así como mantener los individuos que se localicen dentro de las áreas verdes que se propongan una vez definido el proyecto constructivo.

Tabla IV. 16. Especies con estatus en la NOM 059-SEMARNAT-2010 presentes en el Sistema Ambiental del proyecto.

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	ESTATUS NOM-059-SEMARNAT 2010
CHIT	*Thrinax radiata*	AMENAZADA
GALLITO	*Tillandsia fasciculata*	AMENAZADA
PUNTA	*Aechmea bromeliifolia*	AMENAZADA

Asimismo, se pretende ejecutar un programa de rescate y reubicación de especies con énfasis a las enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y que fueron registradas en el muestreo realizado en el predio, así mismo, se considera el rescate de otras especies encontradas en el área sujeta a

aprovechamiento y que por sus características son de importancia para su rescate que se utilizaran para la arborización.

Densidad relativa, dominancia relativa, frecuencia relativa y valor de importancia ecológica.

El valor de importancia es un índice que indica la relevancia y nivel de ocupación del sitio de una especie con respecto a los demás, en función de su cuantía, frecuencia, distribución y dimensión de los individuos de dicha especie (Krebs, 1985).

Según Moreno (2001), el análisis del valor de importancia de las especies tiene como objetivo medir la diversidad biológica, para contar con parámetros que nos permitan tomar decisiones o emitir recomendaciones a favor de la conservación de taxa o áreas amenazadas, o monitorear el efecto de las perturbaciones en el ambiente.

Medir la abundancia relativa de cada especie permite identificar aquellas especies que, por su escasa representatividad en la comunidad, son más sensibles a las perturbaciones ambientales. Además, identificar un cambio en la biodiversidad, ya sea en el número de especies, en la distribución de la abundancia de las especies o en la dominancia, nos alerta acerca de procesos empobrecedores.

Para evaluar la importancia ecológica de las especies en la vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia se determinaron los parámetros estructurales básicos de la selva: densidad, definida como el número de individuos por unidad de área; frecuencia, como el porcentaje de submuestras en las que aparece la especie; dominancia, estimada a través del área basal de una especie entre el área muestreada, y con estos valores se obtuvo el valor de importancia (Frecuencia relativa + densidad relativa + dominancia relativa).

Para cada individuo registrado se obtuvo el área basal, la densidad, la frecuencia y el valor de importancia relativa, estimado este último como la suma del área basal relativa, densidad relativa y frecuencia relativa.

VI = densidad relativa + dominancia relativa + frecuencia relativa

Donde:

- ✓ Densidad relativa = (Número de individuos de una especie/ Número de individuos de todas las especies) x100
- ✓ Dominancia relativa = (Área basal de una especie/Área basal de todas las especies) x100

Área basal= AB= $\pi D^2/4$

Donde:

π = 3.1416;

D = diámetro

El área basal por especie ésta dada por la sumatoria de las áreas basales de los individuos de cada especie. El área basal total de la comunidad está dada por la suma de las áreas básales de todas las especies.

- ✓ El área basal relativa= (Área basal de una especie/ sumatoria de área basal de todas las especies) X 100.
- ✓ La frecuencia relativa (FR) = (Frecuencia de una especie/ Sumatoria de las frecuencias de todas las especies) x100

El listado de las especies observadas se preparó de acuerdo con la nomenclatura de Durán *et al*. (2000) y se ordenó alfabéticamente por familias y especies. Se incluyen las categorías de forma de vida correspondientes a cada especie y las categorías de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

El mapa de vegetación se elaboró con base en el plano topográfico del predio, el cual fue sobrepuesto al ortófono del INEGI, lo que permitió la diferenciación de los rodales con mayor concentración de los individuos más desarrollados de las zonas con menor cobertura vegetal. Para la referenciación geográfica de los sitios de muestreo y la verificación de las áreas afectadas se utilizó un GPS marca Garmin modelo 76 con datum WGS84 y una precisión de 4 a 6 m.

- ❖ **Resultados de los valores obtenidos de Importancia Ecológica en el predio (VIR).**

Para calcular la densidad relativa, frecuencia relativa, dominancia relativa, el valor de importancia e índice de diversidad de Shannon–Wiener para el Sistema Ambiental se utilizaron los datos obtenidos en los sitios de muestreo en donde se registran individuos de los estratos herbáceo, arbustivo y arbóreo. El tamaño de cada unidad de muestreo consistió en una unidad circular de 500 m^2, con subunidades concéntricos de 100 m^2 y 5 m^2, la forma del muestreo fue iniciando dirección norte y siguiendo el sentido de las manecillas del reloj. Los parámetros que se establecieron para la toma de datos de cada unidad, con sus correspondientes subunidades de muestreo.

En el análisis de los índices de valor ecológico, se estimó cual es la especie con mayor peso ecológico, en cada condición y estrato, en las siguientes tablas se presenta el índice de valor de importancia por estrato, en el estrato herbáceo únicamente se suma la densidad relativa y la frecuencia relativa en virtud de que no se determinó la dominancia relativa.

De acuerdo con las fórmulas anteriores y con los datos del muestreo se calcularon los valores de importancia de las especies presentes en el sitio del proyecto, los valores fueron separados por estratos para su análisis y descripción, en la tabla IV. 17, se presentan los resultados del valor de importancia para el estrato arbóreo de la vegetación secundaria arbustiva de la selva mediana subperennifolia.

Tabla IV. 17. Valores de importancia del estrato arbóreo. La tabla indica los valores de importancia de las especies arbóreas registradas en el Sistema Ambiental del estudio.

No.	ESPECIE	NOMBRE CIENTÍFICO	ABUN DANCIA	AB (M2)	Frec.	D. Relativa	F. Relativa	Do. Relativa	IVI	IVIE
1	Akitz	*Cascabela gaumeri*	1	0.009	1	0.33	1.22	0.14	1.69	0.56
2	Bob	*Coccoloba cozumelensis*	4	0.044	2	1.31	2.44	0.70	4.45	1.48
3	Chacah	*Bursera simaruba*	65	1.037	8	21.31	9.76	16.69	47.76	15.92
4	Chechem	*Metopium brownei*	33	0.780	7	10.82	8.54	12.56	31.92	10.64
5	Chin toc	*Krugiodendrum ferreum*	3	0.050	2	0.98	2.44	0.81	4.23	1.41
6	Copo chi´ich	*Ficus cotinifolia*	3	0.145	1	0.98	1.22	2.33	4.53	1.51
7	Flor de mayo	*Plumeria obtusa*	1	0.029	1	0.33	1.22	0.47	2.01	0.67
8	Granadillo	*Platymiscium yucatanum*	5	0.147	1	1.64	1.22	2.37	5.22	1.74
9	Huano	*Sabal yapa*	2	0.060	2	0.66	2.44	0.96	4.06	1.35
10	Huaya	*Talisia olivaeformis*	2	0.026	1	0.66	1.22	0.41	2.29	0.76
11	Jabin	*Piscidia oiscioute*	17	0.391	7	5.57	8.54	6.30	20.41	6.80
12	Jupich	*Acacia glomerosa*	1	0.016	1	0.33	1.22	0.26	1.81	0.60
13	Kanasin	*Lonchocarpus rugosus*	3	0.030	2	0.98	2.44	0.48	3.90	1.30
14	Kanchunup	*Thouinia paucidentata*	5	0.055	4	1.64	4.88	0.88	7.40	2.47
15	Kantun bob	*Coccoloba lancifolia*	3	0.047	1	0.98	1.22	0.76	2.96	0.99
16	Katalox	*Swartzia cubensis*	8	0.091	2	2.62	2.44	1.46	6.52	2.17
17	Kekenche	*Drypetes lateriflora*	1	0.009	1	0.33	1.22	0.14	1.69	0.56
18	Lunche	*Karwinskia humboldtiana*	3	0.041	2	0.98	2.44	0.67	4.09	1.36
19	Oreganillo	*Lantana hirta*	3	0.039	2	0.98	2.44	0.63	4.06	1.35
20	Piim	*Ceiba aesculifolia*	1	0.009	1	0.33	1.22	0.14	1.69	0.56
21	Pom	*Protium copal*	1	0.011	1	0.33	1.22	0.18	1.73	0.58
22	Sac away	*Gliricidia Sepium*	8	0.121	2	2.62	2.44	1.94	7.01	2.34
23	Sac bob	*coccoloba spicata*	1	0.008	1	0.33	1.22	0.14	1.68	0.56
24	Sac chacah	*Dendropanax arboreus*	2	0.020	1	0.66	1.22	0.32	2.20	0.73
25	Sac paj	*Byrsonima bucidaefolia*	1	0.008	1	0.33	1.22	0.13	1.68	0.56
26	Sac yab	*Ficus maxima*	2	0.045	2	0.66	2.44	0.72	3.81	1.27
27	Sacniche	*Zanthoxylum caribaeum*	1	0.011	1	0.33	1.22	0.17	1.72	0.57
28	Silil	*Diospyros tetrasperma*	1	0.012	1	0.33	1.22	0.19	1.74	0.58
29	Subin tul	*Albizia tomentosa*	7	0.109	2	2.30	2.44	1.76	6.50	2.17
30	Tadzi	*Neea psychotrioides*	5	0.069	2	1.64	2.44	1.12	5.20	1.73
31	Takinche	*Caesalpinea yucatanensis*	3	0.026	1	0.98	1.22	0.41	2.61	0.87
32	Tastab	*Guettarda combsii*	2	0.028	1	0.66	1.22	0.45	2.33	0.78
33	Tzalam	*Lysiloma latisiliquum*	77	2.149	6	25.25	7.32	34.60	67.17	22.39
34	Wayate	*Malpighia emarginata*	1	0.010	1	0.33	1.22	0.16	1.70	0.57
35	Yax jabin	*Senna racemosa*	1	0.010	1	0.33	1.22	0.16	1.71	0.57
36	Yaxnic	*Vitex gaumeri*	24	0.449	6	7.87	7.32	7.23	22.42	7.47
37	Zapote	*Manilkara sapota*	4	0.072	3	1.31	3.66	1.16	6.13	2.04
TOTAL			**305**	**6.211**	**82**	**100.00**	**100.00**	**100.00**	**300.00**	**100.00**

En la figura IV.08 se puede ver de manera gráfica las especies presentes en el estrato arbóreo de acuerdo con su valor de importancia en orden descendente.



Figura IV. 08. Valor de importancia del estrato arbóreo. Se representan las especies que componen el estrato arbóreo de acuerdo con su valor de importancia.

Las especies con mayor valor de importancia en este estrato: Tzalam (*Lysiloma latisiliquum*), Jabín (*Piscidia piscipula*), Chaca (*Bursera simaruba*), Chechem (*Metopium brownei*) y Yaaxnik (*Vitex gaumeri*), son propias de ecosistemas de una vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia; y especies como el Belsinicche (*Alvaradoa amorphoides*) y Tadzi (*Neea psychotrioides*) se encuentran con valores de importancia menores, estas especies típicas de vegetación secundaria.

Las especies que obtuvieron los valores más altos son las que cuentan con mayor densidad y cobertura, presentando una amplia distribución en comparación con las demás especies ya que están presentes en la mayoría de los sitios muestreados.

Estos valores reflejan que la comunidad vegetal se está regenerando y las especies arbóreas de vegetación madura están desplazando a las especies de vegetación secundaria; actualmente se encuentra un estado sucesional avanzado, asemejándose paulatinamente a la vegetación de selva mediana subcaducifolia.

Los valores de importancia del estrato arbustivo reflejan una dinámica de componentes semejante a la del estrato arbóreo, ya que la densidad y dominancia relativas son los factores de mayor peso para las especies con altos valores de importancia, mientras que la frecuencia relativa se observa como factor determinante sólo en las especies con menor valor de importancia.

Tabla IV. 18. Valores de importancia del estrato arbustivo. La tabla indica los valores de importancia de las especies arbustivas registradas en el Sistema Ambiental.

No.	ESPECIE	NOMBRE CIENTÍFICO	ABUN DANCIA	AB (M2)	Frec.	D. Relativa	F. Relativa	Do. Relativa	IVI	IVIE
1	Bec che	*Lonchocarpus parviflorus*	6	0.012	2	6.00	3.13	5.91	15.03	5.01
2	Bob	*Coccoloba cozumelensis*	2	0.007	2	2.00	3.13	3.40	8.52	2.84
3	Chacah	*Bursera simaruba*	13	0.050	5	13.00	7.81	24.33	45.14	15.05
4	Chacniche	*Plumeria rubra L.*	2	0.003	2	2.00	3.13	1.71	6.83	2.28
5	Chamalche	*Parathesis cubana*	2	0.002	2	2.00	3.13	1.02	6.15	2.05
6	Chechen	*Metopium brownei*	1	0.001	1	1.00	1.56	0.47	3.03	1.01
7	Dzidzilche	*Gymnopodium floribundum*	4	0.006	2	4.00	3.13	2.71	9.84	3.28
8	Eculeb	*Drypetes laterifolia*	1	0.004	1	1.00	1.56	1.73	4.29	1.43
9	Guayabillo	*Psidium sartorianum*	1	0.001	1	1.00	1.56	0.68	3.24	1.08
10	Huaya	*Talisia olivaeformis*	2	0.002	2	2.00	3.13	0.75	5.88	1.96
11	Ik bach	*Akania belizensis*	3	0.003	3	3.00	4.69	1.54	9.23	3.08
12	Jabin	*Piscidia oiscioute*	1	0.005	1	1.00	1.56	2.58	5.15	1.72
13	Kanasin	*Lonchocarpus rugosus*	1	0.001	1	1.00	1.56	0.62	3.18	1.06
14	Kanchunup	*Thouinia paucidentata*	5	0.010	2	5.00	3.13	4.83	12.95	4.32
15	Kantun bob	*Coccoloba lancifolia*	1	0.004	1	1.00	1.56	2.10	4.67	1.56
16	Katalox	*Swartzia cubensis*	2	0.002	1	2.00	1.56	0.79	4.35	1.45
17	Kekenche	*Drypetes lateriflora*	1	0.000	1	1.00	1.56	0.19	2.75	0.92
18	Laurelillo	*Nectandra salicifolia*	2	0.003	2	2.00	3.13	1.60	6.72	2.24
19	Lunche	*Karwinskia humboldtiana*	5	0.006	2	5.00	3.13	2.70	10.82	3.61
20	Majahua	*Hampea trilobata*	1	0.002	1	1.00	1.56	0.78	3.34	1.11
21	Nacax	*Coccothrinax readii*	3	0.006	2	3.00	3.13	3.07	9.20	3.07
22	Oreganillo	*Lantana hirta*	1	0.001	1	1.00	1.56	0.47	3.03	1.01
23	Perezcutz	*Croton reflexifolius*	1	0.002	1	1.00	1.56	0.78	3.34	1.11
24	Pukin	*Callicarpa acuminata*	1	0.001	1	1.00	1.56	0.39	2.96	0.99
25	Sac itza	*Malpighia emarginata*	3	0.006	1	3.00	1.56	2.80	7.36	2.45
26	Sac pom	*Elaeodendron xylocarpum*	1	0.002	1	1.00	1.56	0.96	3.52	1.17
27	Sac yab	*Ficus maxima*	3	0.011	1	3.00	1.56	5.54	10.10	3.37
28	Saclobche	*Eugenia mayana*	2	0.003	2	2.00	3.13	1.30	6.42	2.14
29	Sacniche	*Zanthoxylum caribaeum*	6	0.007	4	6.00	6.25	3.32	15.57	5.19
30	Subin tul	*Albizia tomentosa*	3	0.012	2	3.00	3.13	5.85	11.97	3.99
31	Suput	*Helicteres baruensis*	1	0.001	1	1.00	1.56	0.30	2.86	0.95
32	Tadzi	*Neea psychotrioides*	3	0.006	2	3.00	3.13	3.03	9.16	3.05
33	Tastab	*Guettarda combsii*	1	0.002	1	1.00	1.56	1.00	3.56	1.19
34	Tzuruntoc	*Bauhinia divaricata*	1	0.001	1	1.00	1.56	0.26	2.82	0.94
35	Uchulche	*Diospyros yatesiana*	10	0.015	4	10.00	6.25	7.56	23.81	7.94
36	Wayate	*Malpighia emarginata*	2	0.003	2	2.00	3.13	1.23	6.36	2.12
37	Yaxnic	*Vitex gaumeri*	1	0.003	1	1.00	1.56	1.29	3.86	1.29
38	Zapote	*Manilkara sapota*	1	0.001	1	1.00	1.56	0.42	2.98	0.99
TOTAL			**100**	**0.204**	**64**	**100.00**	**100.00**	**100.00**	**300.00**	**100.00**

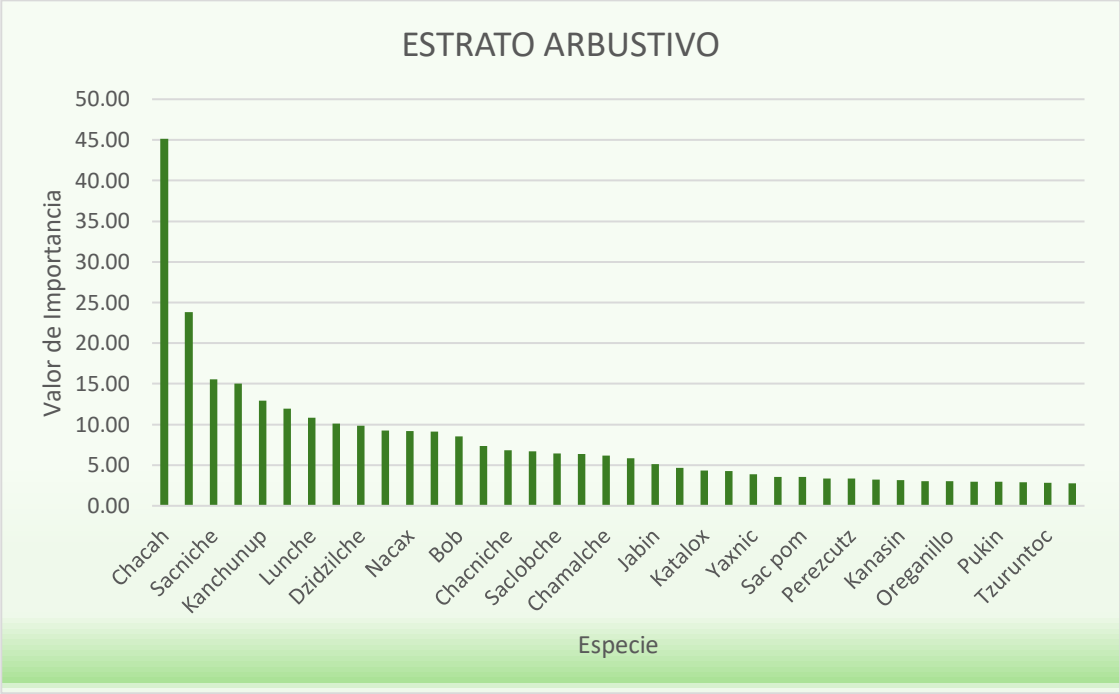


Figura IV. 09. Valor de importancia de las especies presentes en el estrato arbustivo. La especie *Bursera simaruba* presentó mayor valor de importancia (45.14).

En este estrato, las especies más representativas en cuanto a valor de importancia son Chaca (*Bursera simaruba*), Uchulche (*Diospyros yatesiana*), Sacniche (*Zanthoxylum caribaeum*) y Becche (*Lonchocarpus parviflorus*).

En el estrato herbáceo se tienen relativamente pocas especies, de las cuales los mayores valores de importancia los obtuvieron los arbustos y estos se encuentran con una buena distribución y diversidad, una especie que crece en los espacios abiertos es indicadora de las perturbaciones que en algún momento ha sufrido el ecosistema, cabe resaltar que estas especies se han reportado en otros estudios de ecosistemas con vegetación secundaria de selva mediana.

Tabla IV. 19. Valor de Importancia Relativa (VIR). Estrato herbáceo del predio.

Nº	ESPECIE	Nombre científico	Abundancia	Frec.	D. Relativa	F. Relativa	IVI	IVIE
1	Botun	*Anthurium schlechtendalii*	1	1	4.76	4.76	9.52	4.76
2	Dzidzilche	*Gymnopodium floribundum*	2	2	9.52	9.52	19.05	9.52
3	Flor de mayo	*Plumeria obtusa*	1	1	4.76	4.76	9.52	4.76
4	Kantun bob	*Coccoloba lancifolia*	1	1	4.76	4.76	9.52	4.76
5	Katalox	*Swartzia cubensis*	2	2	9.52	9.52	19.05	9.52
6	Kekenche	*Drypetes lateriflora*	2	2	9.52	9.52	19.05	9.52
7	Laurelillo	*Nectandra salicifolia*	1	1	4.76	4.76	9.52	4.76
8	Niite	*Garcinia intermedia*	1	1	4.76	4.76	9.52	4.76
9	Sac itza	*Malpighia emarginata*	1	1	4.76	4.76	9.52	4.76
10	Sacniche	*Zanthoxylum caribaeum*	3	3	14.29	14.29	28.57	14.29
11	Suput	*Helicteres baruensis*	1	1	4.76	4.76	9.52	4.76

Nº	ESPECIE	Nombre científico	Abundancia	Frec.	D. Relativa	F. Relativa	IVI	IVIE
12	Tadzi	*Neea psychotrioides*	1	1	4.76	4.76	9.52	4.76
13	Xiat	*Chamaedorea seifrizii*	1	1	4.76	4.76	9.52	4.76
14	Xpajsacan	*Paullinia pinnata*	2	2	9.52	9.52	19.05	9.52
15	Zapote	*Manilkara sapota*	1	1	4.76	4.76	9.52	4.76
TOTAL			**21**	**21**	**100.00**	**100.00**	**200.00**	**100.00**



Figura IV. 10. Valor de importancia de las especies presentes en el estrato herbáceo. La especie *Zanthoxylum caribaeum* presentó mayor valor de importancia (28.57).

Índice de diversidad.

Se analiza la diversidad de especies por estrato para observar la variación de la riqueza y la abundancia de las especies de los grupos diamétricos registrados en las unidades de muestreo. Para este análisis se utilizó el índice de Shannon Wiener (H'), este índice refleja la relación entre riqueza y uniformidad (Magurran, 1988; citado por Moreno C., 2002).

Fórmula para calcular el índice de Shannon Wiener (H'):

$$H'=-\sum pi \ln pi$$

Dónde:

H'= contenido de la información de la muestra.

Pi=proporción de la muestra que pertenecen a la especie i.

Para conocer la distribución de los individuos entre las especies registradas por grupo diamétrico se calculó el índice de Equidad de Pielou (Moreno, 2001).

Índice de Equidad de Pielou.

$$E = H/Hmax,$$

Dónde:

E=Equidad

H=Diversidad de especies

Hmax= Diversidad de especies máxima= logS y log2S

Los factores ambientales y antropogénicos que han afectado al área se analizaron para evaluar el estado actual de la vegetación del predio de estudio. 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.

De esta forma, el índice se expresa como H' y contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia). Este índice normalmente se refiere con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 1 y 5. Excepcionalmente puede haber ecosistemas con valores mayores (bosques tropicales, arrecifes de coral) o menores (algunas zonas desérticas). Entre mayor es el índice, mayor es la diversidad.

A continuación, se presentan los valores de diversidad de especies (Índice de Shannon-Wiener) en los tres estratos de la vegetación de las especies registradas en las unidades de muestreo que corresponden al sistema ambiental. La equitatividad (E) puede entenderse como que: tan uniformemente están distribuidos los individuos entre las especies (Newman, 2003). Esto es, refleja la distribución de individuos entre especies (Clements y Newman, 2002). Se puede medir comparando la diversidad observada en una comunidad contra la diversidad máxima posible de una comunidad hipotética con el mismo número de especies.

Los resultados de la prueba nos indican que el estrato herbáceo presenta una baja diversidad ya que el valor encontrado fue de 2.624 y su equitatividad fue de 0.969 que se considera alta.

Tabla IV. 20. Diversidad (H'), equidad de las especies por estrato. Estrato herbáceo.

Nº	ESPECIE	Nombre científico	Abundancia	Pi	LN(Pi)	Pi * LN(Pi)
1	Botun	*Anthurium schlechtendalii*	1	0.048	-3.045	-0.145
2	Dzidzilche	*Gymnopodium floribundum*	2	0.095	-2.351	-0.224
3	Flor de mayo	*Plumeria obtusa*	1	0.048	-3.045	-0.145
4	Kantun bob	*Coccoloba lancifolia*	1	0.048	-3.045	-0.145
5	Katalox	*Swartzia cubensis*	2	0.095	-2.351	-0.224
6	Kekenche	*Drypetes lateriflora*	2	0.095	-2.351	-0.224
7	Laurelillo	*Nectandra salicifolia*	1	0.048	-3.045	-0.145
8	Niite	*Garcinia intermedia*	1	0.048	-3.045	-0.145
9	Sac itza	*Malpighia emarginata*	1	0.048	-3.045	-0.145
10	Sacniche	*Zanthoxylum caribaeum*	3	0.143	-1.946	-0.278

Nº	ESPECIE	Nombre científico	Abundancia	Pi	LN(Pi)	Pi * LN(Pi)
11	Suput	*Helicteres baruensis*	1	0.048	-3.045	-0.145
12	Tadzi	*Neea psychotrioides*	1	0.048	-3.045	-0.145
13	Xiat	*Chamaedorea seifrizii*	1	0.048	-3.045	-0.145
14	Xpajsacan	*Paullinia pinnata*	2	0.095	-2.351	-0.224
15	Zapote	*Manilkara sapota*	1	0.048	-3.045	-0.145
TOTAL			**21**	**Riqueza**		15
				H'		2.624
				H' max		2.708
				Equidad Pielou (J')		0.969

Este segundo estrato igualmente se encuentra con una diversidad alta (3.301) y su equitatividad (J) también es alta ya que el valor obtenido es de 0.908.

Tabla IV. 21. Diversidad (H') y Equidad del Estrato Arbustivo.

No.	ESPECIE	NOMBRE CIENTÍFICO	ABUNDANCIA	Pi	LN(Pi)	Pi * LN(Pi)
1	Bec che	*Lonchocarpus parviflorus*	6	0.060	-2.813	-0.169
2	Bob	*Coccoloba cozumelensis*	2	0.020	-3.912	-0.078
3	Chacah	*Bursera simaruba*	13	0.130	-2.040	-0.265
4	Chacniche	*Plumeria rubra L.*	2	0.020	-3.912	-0.078
5	Chamalche	*Parathesis cubana*	2	0.020	-3.912	-0.078
6	Chechen	*Metopium brownei*	1	0.010	-4.605	-0.046
7	Dzidzilche	*Gymnopodium floribundum*	4	0.040	-3.219	-0.129
8	Eculeb	*Drypetes laterifolia*	1	0.010	-4.605	-0.046
9	Guayabillo	*Psidium sartorianum*	1	0.010	-4.605	-0.046
10	Huaya	*Talisia olivaeformis*	2	0.020	-3.912	-0.078
11	Ik bach	*Akania belizensis*	3	0.030	-3.507	-0.105
12	Jabin	*Piscidia oiscioute*	1	0.010	-4.605	-0.046
13	Kanasin	*Lonchocarpus rugosus*	1	0.010	-4.605	-0.046
14	Kanchunup	*Thouinia paucidentata*	5	0.050	-2.996	-0.150
15	Kantun bob	*Coccoloba lancifolia*	1	0.010	-4.605	-0.046
16	Katalox	*Swartzia cubensis*	2	0.020	-3.912	-0.078
17	Kekenche	*Drypetes lateriflora*	1	0.010	-4.605	-0.046
18	Laurelillo	*Nectandra salicifolia*	2	0.020	-3.912	-0.078
19	Lunche	*Karwinskia humboldtiana*	5	0.050	-2.996	-0.150
20	Majahua	*Hampea trilobata*	1	0.010	-4.605	-0.046
21	Nacax	*Coccothrinax readii*	3	0.030	-3.507	-0.105
22	Oreganillo	*Lantana hirta*	1	0.010	-4.605	-0.046
23	Perezcutz	*Croton reflexifolius*	1	0.010	-4.605	-0.046
24	Pukin	*Callicarpa acuminata*	1	0.010	-4.605	-0.046
25	Sac itza	*Malpighia emarginata*	3	0.030	-3.507	-0.105
26	Sac pom	*Elaeodendron xylocarpum*	1	0.010	-4.605	-0.046
27	Sac yab	*Ficus maxima*	3	0.030	-3.507	-0.105
28	Saclobche	*Eugenia mayana*	2	0.020	-3.912	-0.078

No.	ESPECIE	NOMBRE CIENTÍFICO	ABUNDANCIA	Pi	LN(Pi)	Pi * LN(Pi)
29	Sacniche	*Zanthoxylum caribaeum*	6	0.060	-2.813	-0.169
30	Subin tul	*Albizia tomentosa*	3	0.030	-3.507	-0.105
31	Suput	*Helicteres baruensis*	1	0.010	-4.605	-0.046
32	Tadzi	*Neea psychotrioides*	3	0.030	-3.507	-0.105
33	Tastab	*Guettarda combsii*	1	0.010	-4.605	-0.046
34	Tzuruntoc	*Bauhinia divaricata*	1	0.010	-4.605	-0.046
35	Uchulche	*Diospyros yatesiana*	10	0.100	-2.303	-0.230
36	Wayate	*Malpighia emarginata*	2	0.020	-3.912	-0.078
37	Yaxnic	*Vitex gaumeri*	1	0.010	-4.605	-0.046
38	Zapote	*Manilkara sapota*	1	0.010	-4.605	-0.046
TOTAL			**100**	**Riqueza**		38
				H'		3.301
				H' max		3.638
				Equidad Pielou (J')		0.908

De acuerdo con los datos obtenidos se tiene que este estrato no se considera con buena diversidad ya que sus valores son de 2.580 y de acuerdo con Shannon –Weiner, para ser un estrato con buena diversidad sus valores deben ser igual o mayores a 3. En cuanto a Equitatividad (J), el estrato tiende a ser alto en virtud de que se encontraron valores de 0.715.

Tabla IV. 22. Diversidad (H') y Equidad del Estrato Arbóreo.

No.	ESPECIE	NOMBRE CIENTÍFICO	ABUNDANCIA	Pi	LN(Pi)	Pi * LN(Pi)
1	Akitz	*Cascabela gaumeri*	1	0.003	-5.720	-0.019
2	Bob	*Coccoloba cozumelensis*	4	0.013	-4.334	-0.057
3	Chacah	*Bursera simaruba*	65	0.213	-1.546	-0.329
4	Chechem	*Metopium brownei*	33	0.108	-2.224	-0.241
5	Chin toc	*Krugiodendrum ferreum*	3	0.010	-4.622	-0.045
6	Copo chi´ich	*Ficus cotinifolia*	3	0.010	-4.622	-0.045
7	Flor de mayo	*Plumeria obtusa*	1	0.003	-5.720	-0.019
8	Granadillo	*Platymiscium yucatanum*	5	0.016	-4.111	-0.067
9	Huano	*Sabal yapa*	2	0.007	-5.027	-0.033
10	Huaya	*Talisia olivaeformis*	2	0.007	-5.027	-0.033
11	Jabin	*Piscidia oiscioute*	17	0.056	-2.887	-0.161
12	Jupich	*Acacia glomerosa*	1	0.003	-5.720	-0.019
13	Kanasin	*Lonchocarpus rugosus*	3	0.010	-4.622	-0.045
14	Kanchunup	*Thouinia paucidentata*	5	0.016	-4.111	-0.067
15	Kantun bob	*Coccoloba lancifolia*	3	0.010	-4.622	-0.045
16	Katalox	*Swartzia cubensis*	8	0.026	-3.641	-0.095
17	Kekenche	*Drypetes lateriflora*	1	0.003	-5.720	-0.019
18	Lunche	*Karwinskia humboldtiana*	3	0.010	-4.622	-0.045
19	Oreganillo	*Lantana hirta*	3	0.010	-4.622	-0.045
20	Piim	*Ceiba aesculifolia*	1	0.003	-5.720	-0.019
21	Pom	*Protium copal*	1	0.003	-5.720	-0.019

No.	ESPECIE	NOMBRE CIENTÍFICO	ABUNDANCIA	Pi	LN(Pi)	Pi * LN(Pi)
22	Sac away	*Gliricidia Sepium*	8	0.026	-3.641	-0.095
23	Sac bob	*coccoloba spicata*	1	0.003	-5.720	-0.019
24	Sac chacah	*Dendropanax arboreus*	2	0.007	-5.027	-0.033
25	Sac paj	*Byrsonima bucidaefolia*	1	0.003	-5.720	-0.019
26	Sac yab	*Ficus maxima*	2	0.007	-5.027	-0.033
27	Sacniche	*Zanthoxylum caribaeum*	1	0.003	-5.720	-0.019
28	Silil	*Diospyros tetrasperma*	1	0.003	-5.720	-0.019
29	Subin tul	*Albizia tomentosa*	7	0.023	-3.774	-0.087
30	Tadzi	*Neea psychotrioides*	5	0.016	-4.111	-0.067
31	Takinche	*Caesalpinea yucatanensis*	3	0.010	-4.622	-0.045
32	Tastab	*Guettarda combsii*	2	0.007	-5.027	-0.033
33	Tzalam	*Lysiloma latisiliquum*	77	0.252	-1.377	-0.348
34	Wayate	*Malpighia emarginata*	1	0.003	-5.720	-0.019
35	Yax jabin	*Senna racemosa*	1	0.003	-5.720	-0.019
36	Yaxnic	*Vitex gaumeri*	24	0.079	-2.542	-0.200
37	Zapote	*Manilkara sapota*	4	0.013	-4.334	-0.057
TOTAL			**305**	**Riqueza**		37
				H'		2.580
				H' max		3.611
				Equidad Pielou (J')		0.715

b) Fauna Silvestre en el Sistema Ambiental.

Descripción del Método de Muestreo.

- **Objetivo.**

El objetivo del presente análisis de fauna es "Conocer el estatus de las poblaciones de mamíferos del predio en cuestión, mismo estatus que se usará como indicador de las condiciones generales de la fauna silvestre en el Sistema Ambiental".

- **Meta.**

A partir de la vinculación entre el conocimiento del estatus de la fauna silvestre que se encuentra en el predio estudiado, con el análisis de los impactos ambientales a ser generados por el desarrollo del proyecto, proponer medidas de mitigación y compensación que justifiquen dicho proyecto.

- **METODOLOGÍA**

Descripción del Método de Muestreo.

Cabe destacar que para el método transectos se pueden identificar cuatro tipo: puntos, lineales, banda o franja y conteo en caminos; para el presente estudio se utilizó el método banda o franja, ya que de acuerdo con Mandujano (1994) , es una opción bastante interesante para estimar la densidad, ya que es relativamente fácil de aplicar en campo, no es costoso, lo respalda una teoría simple pero sólida, hay facilidades para el cómputo de datos y tiene ciertas ventajas frente a otros métodos de muestreo.

Los transectos en banda o franja consisten en realizar observaciones a lo largo de una línea que son establecidas dentro del área de muestreo considerando límites en cada uno de los lados y todos los animales dentro de este son contados por el observador, excluyendo a los que se encuentren fuera de la banda, la cual puede variar de acuerdo con las condiciones de la especie, hábitat, vegetación, etc. En el polígono del Sistema Ambiental, los transectos de muestreo se distribuyeron homogéneamente en dirección Norte-Sur y Este - Oeste, de tal forma que toda la propiedad esté representada en los diferentes muestreos dirigidos a los grupos de fauna. En total se llevaron a cabo cuatro transectos en banda o franja. No obstante, las dimensiones y horario de muestreo cambian de acuerdo con el grupo objetivo de estudio.

La identificación de aves se llevó a cabo en transectos de 400*20 m, es decir en una superficie de 8,000 m^2. Este ancho de banda fue definido con el fin de asegurar la identificación y el registro de todos los individuos presentes en su interior, tal como lo sugiere Wunderle (1994). En los individuos que estuvieran fuera del ancho de banda, solo se registró a la especie para poder considerarlas en el listado final, mas no para el cálculo de abundancia. Los muestreos fueron matutinos y vespertinos durante las horas de mayor actividad de las aves entre las 06:00 a 08:00 hrs y 17:00 a las 19:30 hrs, donde se utilizaron el método de conteo por puntos estacionados dentro de los transectos, en cada punto se realizaron observaciones con duración de 20 minutos cada una, durante 5 días de muestreo acumulando un esfuerzo total de 13 horas con 33 minutos en 8 puntos estacionarios en los 4 transectos.

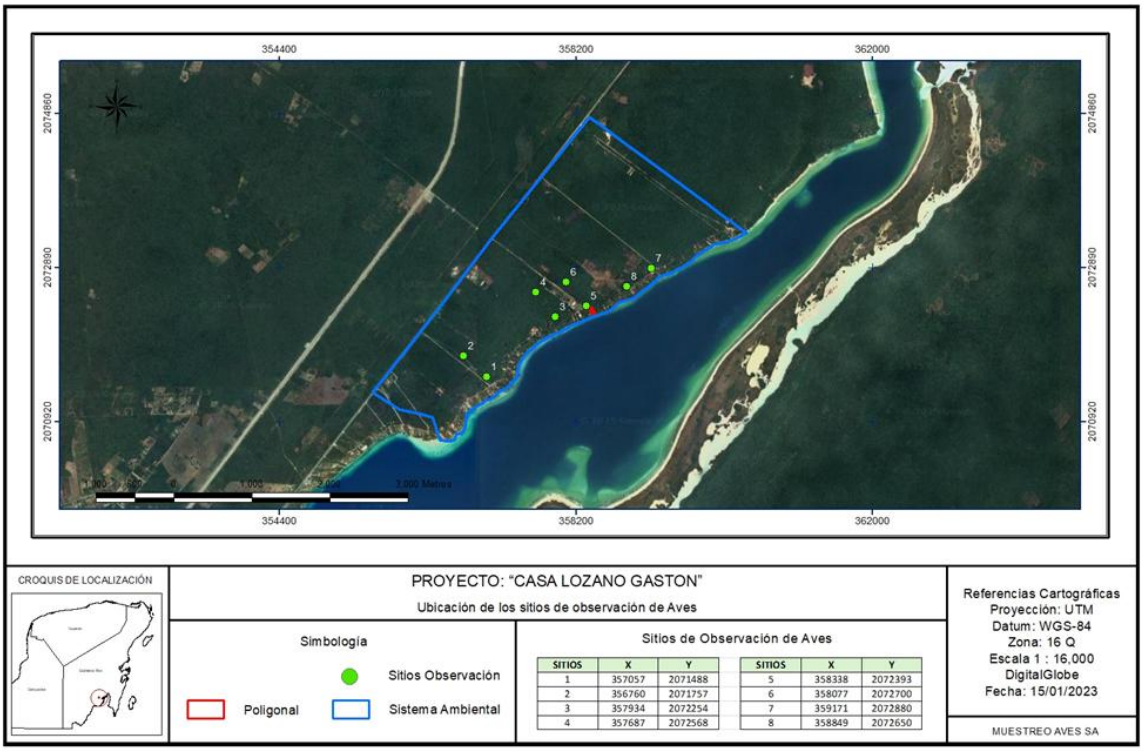


Imagen IV. 12. Puntos de muestreo para aves en el área del Sistema Ambiental.

Tabla IV. 23. Coordenadas de los Puntos de Conteo de aves en el área del Sistema Ambiental.

TRANSECTO	P. C.	SITIOS	X	Y
1	Inicio	1	357057	2071488
	Final	2	356760	2071757
2	Inicio	3	357934	2072254
	Final	4	357687	2072568
3	Inicio	5	358338	2072393
	Final	6	358077	2072700
4	Inicio	7	359171	2072880
	Final	8	358849	2072650

Por otra parte, el **muestreo de mamíferos** de talla mediana y grande se llevó a cabo en transectos de 400*30 m, equivalente a 12,000 m^2. La presencia de los mamíferos se registró mediante métodos directos con observaciones diurnas y vespertinas, en los horarios de 07:00 a 12:00 hrs y 17:00 a las 19:30 hrs, durante 5 días de muestreo acumulando un esfuerzo total de 37 horas con 30 minutos. Debido a las bajas observaciones en el muestreo directo, la riqueza de especies se complementó mediante muestreos indirectos; es decir, por medio de rastros (huellas, excretas, pelos, rascaderos y madrigueras) siguiendo las recomendaciones hechas por Mandujano y Aranda (1993)[1], Reid (1997)[2] y Aranda (2000)[3]. Cabe mencionar que solo se registraba la especie a la que pertenecía el rastro, sin que específicamente estuviera adentro del transecto.

Tabla IV. 24. Coordenadas del Transecto para muestreo de los mamíferos terrestres.

Transecto	Inicio		Final		Distancia
	X	Y	X	Y	
1	357057	2071488	356760	2071757	400 m
2	357934	2072254	357687	2072568	400 m
3	358338	2072393	358077	2072700	400 m
4	359171	2072880	358849	2072650	400 m

[1] Mandujano, S. y J. M. Aranda. 1993. Conteo de venados (Odocoileus virginianus: CERVIDAE) en transectos: recomendaciones para su aplicación. Revista BIOTAM 5: 43-46.
[2] Reid, F. 1997. A field guide to the mammals of Central America and Southeast Mexico. Oxford University Press, Nueva York. 400 p.
[3] Aranda, M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. CONABIO. Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, Veracruz, México.212 p.

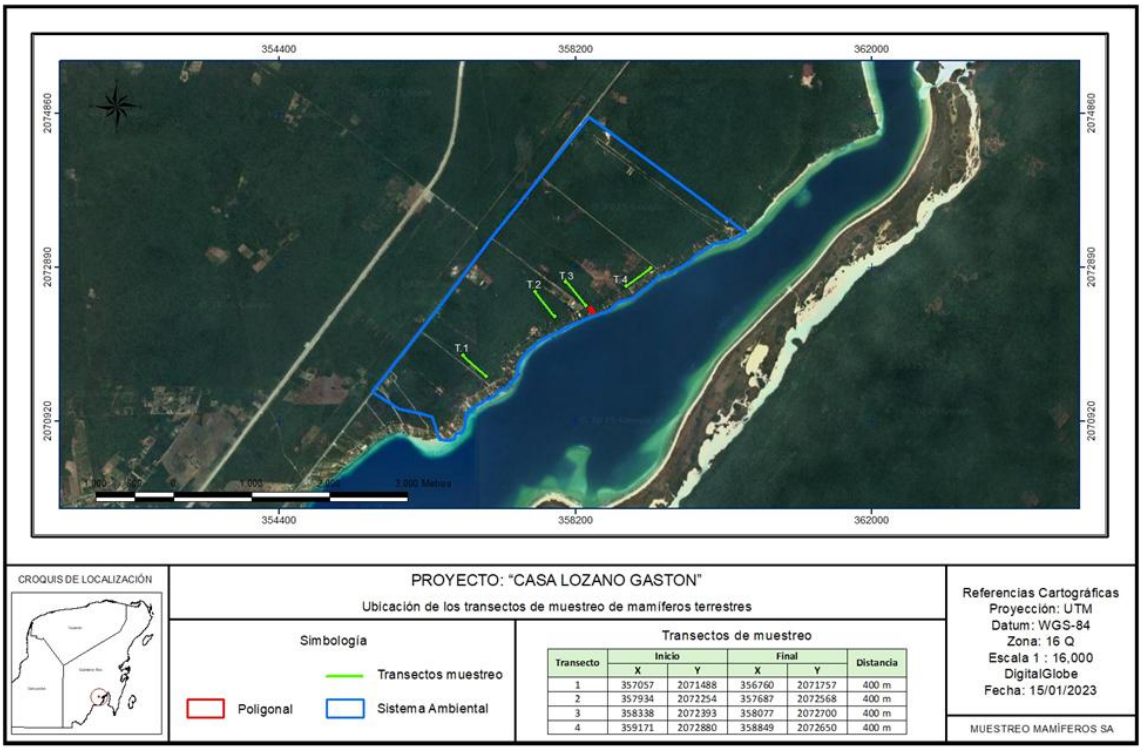


Imagen IV. 13. Ubicación de los transectos para muestreo de mamíferos terrestres.

El **muestreo para reptiles y anfibios (herpetofauna)** se llevó a cabo en transectos de 1,600 m^2; esto es 400*4 m. Durante los recorridos se realizó una búsqueda exhaustiva de cada individuo, revisando entre la hojarasca, debajo de troncos, piedras y sobre las ramas de los árboles y entre los arbustos. Para la identificación de especies se utilizaron las guías de campo de Lee (2000)[4], Campbell (1998)[5], así como el ordenamiento filogenético y la nomenclatura recopilada por Flores-Villela *et al.* (1995)[6]. **Los anfibios** (ranas y sapos) se muestrearon por la noche, en el horario de 20:00 hrs hasta las 23:00 hrs; mientras **los reptiles** se dividieron en dos grupos: lagartijas en los horarios de 11:00 hrs a 15:00 hrs, mientras las serpientes y tortugas se muestrearon a la par con los anfibios y lagartijas; es decir, en los horarios de 11:00 hrs a 15:00 hrs y de 20:00 hrs hasta las 23:00 hrs. La intención de realizar transectos en ambos horarios fue para incrementar los esfuerzos de muestreo y procurar verificar y contabilizar el mayor número de especies e individuos posibles. Durante 5 días se obtiene un acumulado de esfuerzo total de 35 horas de muestreo.

[4] Lee, J. 2000. A field guide to the amphibians and reptiles of the Maya world. Cornell University Press, Ithaca NY, 402 p.
[5] Campbell J. 1998 Amphibians and Reptiles of Northern Guatemala, the Yucatan and Belize. University of Oklahoma Press Norman, Oklahoma 380 p.
[6] Flores-Villela, O., F. Mendoza-Quijano y G. González-Porter. 1995. Recopilación de claves para la determinación de anfibios y reptiles de México. Publ. Esp. Museo Zool., Univ. Nac. Aut. México (10):1-285.

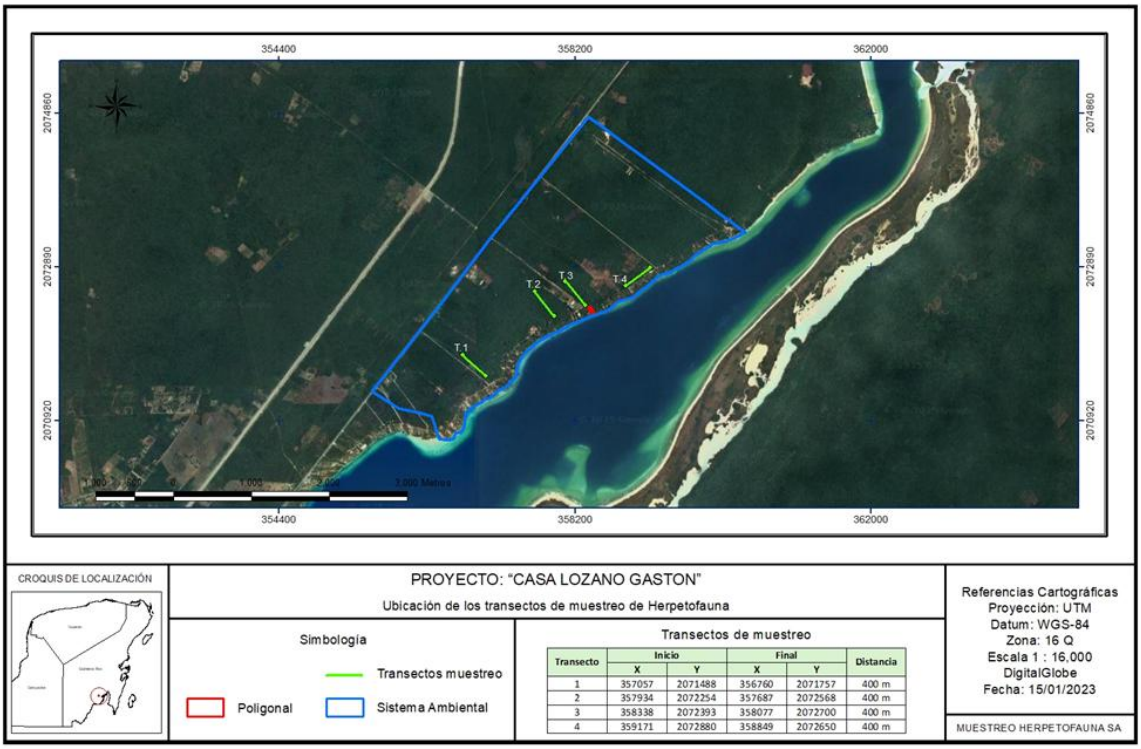


Imagen IV. 14. Ubicación del muestreo de herpetofauna.

Tabla IV. 25. Coordenadas del Transecto para muestreo de herpetofauna.

Transecto	Inicio		Final		Distancia
	X	Y	X	Y	
1	357057	2071488	356760	2071757	400 m
2	357934	2072254	357687	2072568	400 m
3	358338	2072393	358077	2072700	400 m
4	359171	2072880	358849	2072650	400 m

Estudio prospectivo.

Teniendo como objetivo el de establecer algunos de los parámetros iniciales en el estudio y evaluación de las poblaciones de las especies referidas y con ello contar con información valiosa y robusta para la toma de decisiones para la planificación, la conservación y el manejo del paisaje circundante al predio objeto de estudio y con esto y desde un punto de vista multidisciplinario poder proponer medidas de mitigación y/o compensación por el desarrollo del proyecto, es que se adopta la metodología descrita.

El concepto de "Línea de Base" se refiere a un estudio que permite determinar el estado "cero" de las poblaciones bajo estudio a partir de un tiempo o fecha determinada. Estos estudios constituyen un punto de referencia con el cual comparar y así poder detectar cambios a lo largo del tiempo; por lo consiguiente, el programa de monitoreo debe diseñarse de manera que asegure que los datos

obtenidos tengan una confiabilidad de al menos un 80% en los resultados de las tendencias de la población, pero que evite la acumulación de datos innecesarios (Pacheco et.al, 2004).

Trabajo de gabinete.

Previo a las visitas de campo se realizó un trabajo de gabinete para ubicar áreas forestadas dentro del área de influencia del predio y en sus áreas aledañas. Para poder realizar lo expuesto nos auxiliaremos con fotografías satelitales y capas vectoriales del INEGI. Esta información será manejada y procesada para generar un mapa de muestreo que contenga una propuesta de diseño de este, esto con ayuda del programa ArcGis 10.8 (ESRI, 2021).

Hacemos notar la importancia de la realización de esta fase del trabajo, ya que de esta manera nos aseguramos de obtener datos confiables para poder ilustrar y comparar los posibles cambios de la abundancia y/o dinámicas poblacionales de los mamíferos medianos y grandes entre las áreas de muestreo y durante los años que abarque el posterior sistema de monitoreo.

- **Caracterización de la fauna silvestre existente en el Sistema Ambiental.**

- **Riqueza.**

Al final, una vez recabada la información del número total de especies de los diferentes grupos registrados (Riqueza Especifica [S]), además del conteo de todos los individuos pertenecientes a cada especie registrada (Abundancia), se elaboraron una serie de tablas y gráficos para representar lo anterior.

- **Resultados del muestreo de fauna.**

El análisis de datos se realizó a partir de la tabulación de los registros obtenidos y se aplicó la siguiente fórmula para determinar la abundancia relativa (A.R).

$$A.R. = \frac{Número\ de\ registros\ para\ la\ especie\ \text{X}}{\text{Número de registros de la especie más abundante}}\ x\ 100$$

Con la finalidad de estandarizar el análisis de los datos para los diversos grupos de vertebrados terrestres, una vez que se calculó la abundancia relativa se asignaron las siguientes categorías de abundancia de acuerdo con lo propuesto para aves por Petingill (1969):

Abundante. De 90% hasta 100% de abundancia relativa

Común. De 65% hasta 89% de abundancia relativa.

Frecuente. Con 31% hasta 64% de abundancia relativa.

Escasa. Con 10% hasta 30% de abundancia relativa

Rara. Con 1% hasta 9% de abundancia relativa.

- **Riqueza específica**

El primer atributo analizada de la fauna fue la riqueza específica, entendida como el número de especies encontradas en el sitio (Villareal *et al.* 2006)[7].

Tabla IV. 26. Riqueza zoológica registrada en el Sistema Ambiental.

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común
Amphibia	Anura	Bufonidae	*Incilius valliceps*	Sapo verrugoso
		Hylidae	*Smilisca baudinii*	Rana arborícola mexicana
		Leptodactylidae	*Leptodactylus melanonotus*	Ranita de hojasaca
Reptilia	Squamata	Corytophanidae	*Laemanctus serratus*	Toloc crestado
		Dactyloidae	*Anolis sericeus*	Toloquito
			Anolis sagrei	Toloquito
		Iguanidae	*Ctenosaura similis*	Iguana rayada/gris
		Phrynosomatidae	*Sceloporus chrysostictus*	Lagartija escamosa
Aves	Galliformes	Cracidae	*Ortalis vetula*	Chachalaca Oriental
	Psittaciformes	Psittacidae	*Aratinga nana*	perico de pecho sucio
	Accipitriformes	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote Común
			Cathartes Aura	Aura
		Accipitridae	*Buteogallus anthracinus*	Aguililla negra menor
	Passeriformes	Corvidae	*Cyanocorax yncas*	Chara verde
			Cyanocorax yucatanicus	Chara yucateca
		Paluridae	*Seiurus aurocapilla*	Chipe suelero
			Setophaga magnolia	Reinita
		Icteridae	*Icterus gularis*	Bolsero/calandria
		Vireonidae	*Vireo pallens*	Vireo manglero
		Cardinalidae	*Passerina cyanea*	Colorín azul
		Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate Mayor
	Apodiformes	Trochilidae	*Amazilia yucatanensis*	Amazilia yucateca
	Columbiformes	Columbidae	*Columbina passerina*	Tortolita
Mammalia	Didelphimorphia	Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache de virginia
	Lagomorpha	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo de florida
	Rodentia	Cricetidae	*Peromyscus leucopus*	Ratón de patas blancas
		Cuniculidae	*Dasyprocta punctata*	Sereque
	Carnivora	Canidae	*Canis lupus familiaris*	Perro feral
			Procyon lotor	Mapache
			Nasua narica	Tejón
		Phyllostomidae	*Artibeus jamaicensis*	Murciélago frutero de Jamaica
			Artibeus lituratus	Murciélago frugívoro gigante

A continuación, se muestra un gráfico con el número de familias, géneros y especies por grupo taxonómico. Tal como se esperaba, las aves es el grupo que presenta mayor riqueza específica, seguido de mamíferos, en comparación con el grupo de los anfibios que presenta la menor riqueza.

[7] Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., & Villarreal, H. 2006. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de inventarios de Biodiversidad Grupo de Exploración y Monitoreo Ambiental (GEMA). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humbold. Bogotá, Colombia.

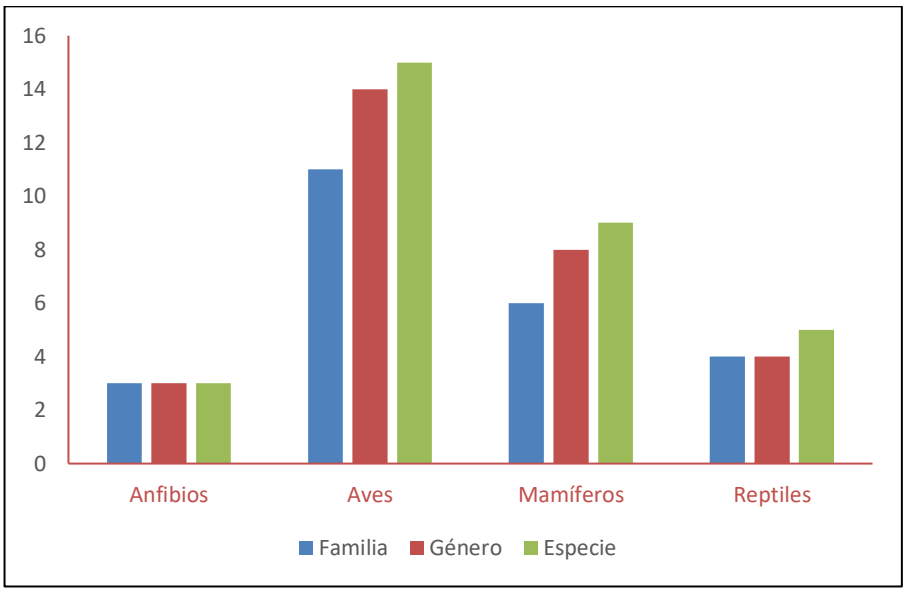


Figura IV. 11. Riqueza de las especies registradas en el Sistema Ambiental.

Para los mamíferos, las especies más abundantes fueron *Artibeus jamaicensis* y *Peromyscus leucopus* con nueve individuos cada una. De los reptiles, la especie más abundante es *Anolis sagrei* con nueve individuos y dos especies de anfibios, *Incilius valliceps* y *Leptodactylus melanonotus* con dos individuos cada una.

las aves presentan mayor número de especies de los cuatro grupos analizados. Se registró un total de 15 especies de aves distribuidas en 11 familias, siendo las familias más representadas: Cathartidae, Corvidae, Icteridae y PaluridaeIcteridae con 2 especies cada una, las demás familias solo presentan una especie.

En cuanto a los mamíferos, se registraron nueve especies pertenecientes a seis familias diferentes, las más representadas son Canidae y Phyllostomidae con tres y dos especies, respectivamente. Las cuales son: *Canis lupus familiaris*, *Procyon lotor* y *Nasua narica* (Canidea) y *Artibeus jamaicensis* y *A. lituratus* (Phyllostomidae).

La representación de los reptiles se definió en cuatro familias y cinco especies donde Dactyloidae es la mejor representada con dos especies (*Anolis sagrei* y *A.sericeus*), Corytophanidae, Iguanidae y Phrynosomatidae con una especie cada una. Por su parte, para los anfibios se tuvieron tres familias representadas por una especie cada una: Bufonidae (*Incilius valliceps*), Hylidae (*Smilisca baudinii*) y Leptodactylidae (*Leptodactylus melanonotus*).

- **Abundancia.**

Se obtuvieron 314 registros de individuos de fauna, los cuales están representados en la tabla inmediata siguiente.

Tabla IV. 27. Concentrado de las especies de fauna identificadas en el Sistema Ambiental.

TAXA	REGISTRO	Especie	Núm. Individuos	Abundancia relativa
Anfibios	1	*Incilius valliceps*	2	0.0064
	2	*Smilisca baudinii*	1	0.0032
	3	*Leptodactylus melanonotus*	2	0.0064
	TOTAL		**5**	**0.016**
Aves	*1*	*Ortalis vetula*	25	0.0796
	2	*Aratinga nana*	32	0.1019
	3	*Coragyps atratus*	41	0.1306
	4	*Cathartes Aura*	12	0.0382
	5	*Buteogallus anthracinus*	1	0.0032
	6	*Cyanocorax yncas*	11	0.035
	7	*Cyanocorax yucatanicus*	17	0.0541
	8	*Seiurus aurocapilla*	14	0.0446
	9	*Setophaga magnolia*	22	0.0701
	10	*Icterus gularis*	2	0.0064
	11	*Vireo pallens*	6	0.0191
	12	*Passerina cyanea*	2	0.0064
	13	*Quiscalus mexicanus*	34	0.1083
	14	*Amazilia yucatanensis*	1	0.0032
	15	*Columbina passerina*	14	0.0446
	TOTAL		**234**	**0.7453**
Mamíferos	1	*Didelphis virginiana*	3	0.0096
	2	*Sylvilagus floridanus*	2	0.0064
	3	*Peromyscus leucopus*	9	0.0287
	4	*Dasyprocta punctata*	2	0.0064
	5	*Canis lupus familiaris*	6	0.0191
	6	*Procyon lotor*	3	0.0096
	7	*Nasua narica*	8	0.0255
	8	*Artibeus jamaicensis*	9	0.0287
	9	*Artibeus lituratus*	5	0.0159
	TOTAL		**47**	**0.1499**
Reptiles	1	*Laemanctus serratus*	1	0.0032
	2	*Anolis sericeus*	7	0.0223
	3	*Anolis sagrei*	9	0.0287
	4	*Sceloporus chrysostictus*	4	0.0127
	5	*Ctenosaura similis*	7	0.0223
	TOTAL		**28**	**0.0892**
GRAN TOTAL			**314**	**1.0004**

El grupo de aves presentó la mayor abundancia relativa de los grupos analizados en el presente estudio. La especie más abundante fue el Zopilote común (*Coragyps atratus*) con 41 individuos.

El escaso número de especies registradas encuentra su explicación en dos aspectos fundamentales: el estado de deterioro de la vegetación originado por las constantes actividades que se realizan a los alrededores del predio y sistema ambiental; y por la presencia humana debido a que la zona de estudio se encuentra rodeada a sitios habitados. Además, es necesario mencionar que estudios de corta duración como el presente, tienen la limitación que los registros obtenidos sólo reflejan una parte de las especies que ocurren en un sitio en particular; ya que fluctuaciones estacionales y ambientales en el corto plazo afectan la posibilidad de observar la mayor parte de los individuos que habitan el área en un momento en particular (cf. Manzanilla y Péfaur, 2000).

Por otra parte, es necesario implementar un Programa de Rescate de Fauna Silvestre para evitar afectaciones adicionales a la fauna; el cual deberá ser realizado previo a las actividades de la preparación del sitio del proyecto. Asimismo, es necesario establecer en el Reglamento de Vigilancia Ambiental las disposiciones para evitar que los trabajadores molesten o dañen a la fauna en los sitios que se mantengan con vegetación, tanto en el predio como en su zona aledaña.

- **Diversidad.**

Para determinar el índice de diversidad en el caso de la fauna se estimó el Índice de Shannon-Wiener para medir la riqueza de especies registrada en el predio. Los resultados por grupo se presentan en las siguientes tablas.

Índice de Diversidad Shannon-Wiener

El índice de Shannon refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa. Conceptualmente es una medida del grado de incertidumbre asociada a la selección aleatoria de un individuo en la comunidad (Pla, 2006)[8] . Esto significa que, cuanto mayor sea el índice, más diversa o heterogénea es la comunidad. Este índice se representa normalmente como H' y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0,5 y 5, aunque su valor normal está entre 2 y 3; valores inferiores a 2 se consideran bajos y superiores a 3 son altos. El índice de Shannon aumenta con el número de especies en las comunidades y en la práctica en comunidades biológicas su valor no debería exceder de 5.0 (Washington, 1984). Para el cálculo del índice de Shannon, se empleó la siguiente fórmula:

$$\mathbf{H'} = -\sum_{i=1}^{S} (\boldsymbol{p_i} * \boldsymbol{Lnp_i})$$

Índice de Diversidad Simpson

El índice de dominancia de Simpson, cuya propuesta tiene el objetivo de definir una medida de concentración en términos de restricciones de población. De acuerdo con la interpretación de Smith y Smith (2007)[9], este índice mide la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar de una muestra pertenezcan a la misma especie o categoría. El valor de D oscila entre 0 y 1. Dado que

[8] Pla, L. (2006). Biodiversidad: inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. Interciencia, 31(8), 583-590.
[9] Smith, R. L., & Smith, T. M. 2007. Ecología. Ed. Pearson-Addisson Wesley. 775 pp.

cuanto mayor sea el valor de D (índice de Simpson), menor es la diversidad, el complemento de D (1-D) indica la diversidad del sitio. En ausencia de diversidad, donde hay sólo una especie presente, el valor de D es 1. Cuando la riqueza y la equitatividad de la especie se incrementan, el valor de D se aproxima a 0. El índice de Simpson se obtiene de la siguiente ecuación:

$$\lambda = \sum_{i=1}^{n} P_i^2$$

Donde:

λ=Índice de dominancia de Simpson

pi= $\frac{ni}{N}$

y a su vez,

ni= Número de individuos por cada especie (i)

N= Número de individuos de todas las especies

Lo anterior, parte de que un sistema es más diverso cuanta menos dominancia de especies hay, y por ende la distribución es más equitativa. A través de este índice, el valor de 0 corresponde a una diversidad infinita y 1 sin diversidad; es decir, a mayor valor de dominancia (D), menor diversidad. Para una mejor interpretación numérica, a menudo se emplea el complemento del índice de Simpson, es decir se sustrae de 1 el valor de D. Por tanto, el índice de diversidad de Simpson se expresa, en el análisis de los resultados, mediante la siguiente ecuación:

$$\mathbf{S = 1 - D}$$

Índice Riqueza de Margalef

El índice de Margalef transforma el número de especies por muestra a una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra. Supone que hay una relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos (Magurran, 1998)[10]. En otras palabras, mide el número de especies por número de individuos especificados o la cantidad de especies por área en una muestra (Citado por Campo y Duval, 2004)[11] . Por definición, el valor mínimo de este índice es 0, y ocurre cuando solo existe una especie en el sitio. La expresión matemática es la siguiente:

$$\mathbf{D_{Mg} = \frac{S-1}{lnN}}$$

Donde:

S=Número de especies

N=Número total de individuos

[10] Magurran, A. E. (2013).Measuring biological diversity. John Wiley & Sons.

[11] Campo, A. M. y Duval, V. S. 2014. Diversidad y valor de importancia para la conservación de la vegetación natural. Parque Nacional Lihué Calel (Argentina). En: Anales de Geografía de la Universidad Complutense (Vol. 34, No. 2, pp. 25-42).

Por ende, el valor mínimo de este índice es 0, y ocurre cuando solo existe una especie en el sitio.

Índice de equidad

De acuerdo con Smith y Smith (2007), se denomina equidad o equitatividad de las especies a la distribución de los individuos de cada especie. Cuanto más grande sea este indicador, mayor es la homogeneidad del sitio. El índice de equidad utilizado fue el propuesto por Pielou (1966)[12] . En este método, la muestra se incrementa progresivamente mediante la adición de nuevos cuadrantes. El incremento en la diversidad total que resulta del agrandamiento de la muestra proporciona una estimación de la diversidad por individuos en la población total. Este varía entre 0 y 1, donde 0 significa una equidad baja y 1 significa la máxima equidad, es decir, que todas las especies son igualmente abundantes. Para el cálculo de este índice, se empleó la siguiente expresión:

$$\mathbf{E} = {}^{\mathbf{H}}/_{\mathbf{LnS}}$$

Donde:

H=Índice de Shannon

Ln=Logaritmo natural

S= Riqueza

Este varía entre 0 y 1, donde 0 significa una equidad baja y 1 significa la máxima equidad, es decir, que todas las especies son igualmente abundantes.

- **Anfibios**

El grupo de los anfibios presentó bajos niveles de diversidad. De acuerdo con los siguientes resultados.

Tabla IV. 28. Diversidad y Equidad de las especies por grupo de los anfibios.

Especies	Abundancia	pi	Lnpi	pi*Lnpi	pi^2
Incilius valliceps	2	0.4	-0.916290732	-0.366516293	0.16
Smilisca baudinii	1	0.2	-1.609437912	-0.321887582	0.04
Leptodactylus melanonotus	2	0.4	-0.916290732	-0.366516293	0.16
Suma	**5**	**1**	**-3.442019376**	**-1.054920168**	
Índice de Simpson (1-D)					**0.64**

Tabla IV. 29. Anfibios. Indicadores de diversidad en el Sistema Ambiental.

Parámetro	Valor
Número de especies	3
Número de individuos	5
Índice de diversidad Simpson	0.64

[12]Pielou, E. C. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. *Journal of theoretical biology*, **13**:131-144.

Parámetro	Valor
Índice de diversidad Shannon-Wiener	1.05
Índice de riqueza Margalef	1.24
índice de Equidad Shannon-Wiener	0.96

Los anterior muestra una riqueza específica baja comparada con los otros grupos, el índice de diversidad de Shannon es bajo, el complemento del índice de Simpson (1-D) es medio, lo que indica una alta equidad en la comunidad de anfibios. Esto se confirma si se considera el índice de equidad de 1, que indica que dicha comunidad presenta la mayor equidad posible entre las especies detectadas en los transectos. La riqueza es baja, ya que el índice de Margalef tiene un valor de 1.24 y que valores por debajo de 2 se consideran bajos.

- **Reptiles**

La herpetofauna presenta bajos niveles de diversidad, ya que el valor del índice de Shannon es de 1.45. Sin embargo, la equidad es alta, ya que el complemento del índice de Simpson (1-D), es de 0.75, lo que indica que ninguna especie domina sobre otra de forma significativa. Esto se confirma si se toma en cuenta que el índice de equidad es de 0.90. La riqueza de este grupo es relativamente baja, si se considera el índice de Margalef, de 1.20.

Tabla IV. 30. Diversidad y Equidad de las especies por grupo de los Reptiles.

Especie	Núm. Ind.	pi	Lnpi	pi.Lnpi	pi^2
Laemanctus serratus	1	0.03571429	-3.33220451	-0.1190073	0.0013
Anolis sericeus	7	0.25	-1.38629436	-0.34657359	0.0625
Anolis sagrei	9	0.32142857	-1.13497993	-0.36481498	0.1033
Sceloporus chrysostictus	4	0.14285714	-1.94591015	-0.27798716	0.0204
Ctenosaura similis	7	0.25	-1.38629436	-0.34657359	0.0625
TOTAL	**28**	**1**	**-9.18568331**	**-1.45495663**	**0.25**
Índice de Simpson (1-D)					**0.75**

Tabla IV. 31. Reptiles. Indicadores de diversidad en el Sistema Ambiental.

Parámetro	Valor
Número de especies	5
Número de individuos	28
Índice de diversidad Simpson	0.75
Índice de diversidad Shannon-Wiener	1.45
Índice de riqueza Margalef	1.20
índice de Equidad Shannon-Wiener	0.90

- **Aves**

La avifauna presentó los mayores niveles de diversidad en el predio.

Tabla IV. 32. Diversidad y Equidad de las especies por grupo de las Aves.

Especie	Núm. Ind.	pi	Lnpi	pi*Lnpi	pi^2
Ortalis vetula	25	0.10683761	-2.23644529	-0.23893646	0.0114
Aratinga nana	32	0.13675214	-1.98958521	-0.27208003	0.0187
Coragyps atratus	41	0.17521368	-1.74174905	-0.30517825	0.0307
Cathartes Aura	12	0.05128205	-2.97041447	-0.15232895	0.0026
Buteogallus anthracinus	1	0.0042735	-5.45532112	-0.02331334	0.0000
Cyanocorax yncas	11	0.04700855	-3.05742584	-0.14372515	0.0022
Cyanocorax yucatanicus	17	0.07264957	-2.62210777	-0.19049501	0.0053
Seiurus aurocapilla	14	0.05982906	-2.81626379	-0.16849441	0.0036
Setophaga magnolia	22	0.09401709	-2.36427866	-0.22228261	0.0088
Icterus gularis	2	0.00854701	-4.76217393	-0.04070234	0.0001
Vireo pallens	6	0.02564103	-3.66356165	-0.09393748	0.0007
Passerina cyanea	2	0.00854701	-4.76217393	-0.04070234	0.0001
Quiscalus mexicanus	34	0.14529915	-1.92896059	-0.28027633	0.0211
Amazilia yucatanensis	1	0.0042735	-5.45532112	-0.02331334	0.0000
Columbina passerina	14	0.05982906	-2.81626379	-0.16849441	0.0036
Total	**234**	**1.000000000**	**-48.6420462**	**-2.36426045**	**0.10888**
Índice de Simpson (1-D)					**0.8911**

Tabla IV. 33. Aves. Indicadores de diversidad en el predio

Parámetro	Valor
Número de especies	15
Número de individuos	234
Índice de diversidad Simpson	0.8911
Índice de diversidad Shannon-Wiener	2.36
Índice de riqueza Margalef	2.57
índice de Equidad Shannon-Wiener	0.87

Los resultados anteriores muestran una alta riqueza, diversidad y equidad de aves en el sistema ambiental, ya que el índice de Shannon, presenta un valor cercano a 3, el complemento del índice de Simpson, indica que la dominancia de alguna especie es alta, y el índice de equidad es alto si se considera la escala en la que se interpreta (entre 0 y 1). El índice de Margalef, indica una diversidad alta, si se considera que valores superiores a 2.0 se consideran diversidad alta.

- **Mamíferos**

La mastofauna presentó los menores niveles de diversidad entre los grupos analizados, de acuerdo con los indicadores obtenidos.

Tabla IV. 34. Diversidad y Equidad de las especies por grupo de los mamíferos.

Especie	Abundancia	pi	Lnpi	pi*Lnpi	pi^2
Didelphis virginiana	3	0.063829787	-2.751535313	-0.175629914	0.0041

Especie	Abundancia	pi	Lnpi	pi*Lnpi	pi^2
Sylvilagus floridanus	2	0.042553191	-3.157000421	-0.134340443	0.0018
Peromyscus leucopus	9	0.191489362	-1.652923024	-0.316517175	0.0367
Dasyprocta punctata	2	0.042553191	-3.157000421	-0.134340443	0.0018
Canis lupus familiaris	6	0.127659574	-2.058388132	-0.262772953	0.0163
Procyon lotor	3	0.063829787	-2.751535313	-0.175629914	0.0041
Nasua narica	8	0.170212766	-1.77070606	-0.301396776	0.0290
Artibeus jamaicensis	9	0.191489362	-1.652923024	-0.316517175	0.0367
Artibeus lituratus	5	0.106382979	-2.240709689	-0.238373371	0.0113
Didelphis virginiana	3	0.063829787	-2.751535313	-0.175629914	0.14169
Suma	**47**	**1**	**-21.1927214**	**-2.055518164**	**0.14169**
Índice de Simpson (1-D)					**0.8583**

Los indicadores muestran un alto índice de Shannon (2.06), un alto nivel de equidad determinado por el complemento del índice de Simpson (1-D) y por el índice de equidad. En cuanto a la riqueza específica, según el criterio de Margaleff, se considera media, ya que su valor es superior a 2.00.

Tabla IV. 35. Mamíferos. Indicadores de diversidad en el predio.

Parámetro	Valor
Número de especies	9
Número de individuos	47
Índice de diversidad Simpson	0.8583
Índice de diversidad Shannon-Wiener	2.06
Índice de riqueza Margalef	2.08
índice de Equidad Shannon-Wiener	0.94

- **Especies en la NOM. 059-SEMARNAT-2010.**

Durante el muestreo se registraron 6 especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010. De estas, 3 corresponden a aves y 3 a reptiles.

Tabla IV. 36. Especies de fauna registradas protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Clase	Familia	Especie	Nombre común	Categoría
Reptilia	Corytophanidae	*Laemanctus serratus*	Toloc crestado	Pr
	Iguanidae	*Ctenosaura similis*	Iguana rayada/gris	A
	Eublepharidae	*Coleonyx elegans*	Geco de bandas yucateco	A
Aves	Psittacidae	*Aratinga nana*	Perico de pecho sucio	Pr
	Accipitridae	*Buteogallus anthracinus*	Aguililla negra menor	Pr
	Vireonidae	*Vireo pallens*	Vireo manglero	Pr

Estas especies, si bien protegidas por la normatividad ambiental, corresponden, todas ellas, a taxas de amplia distribución que suelen estar bien representados en la microcuenca y en la región.

Las medidas correctoras de impacto que se presentan en este documento se plantearon con el objeto de asegurar la permanencia de poblaciones viables de estas especies.

Conclusiones

Partiendo de la exposición anterior, se está en posibilidad de concluir que la comunidad zoológica valorada para el Sistema Ambiental es relativamente baja al compararse con los resultados obtenidos para la microcuenca. Lo anterior obedece a que en el polígono del SA se tiene vegetación primordialmente arbustiva secundaria por lo que se tienen limitados recursos que ofrecen otros estratos forestales.

Tabla IV. 37. Indicadores de diversidad de los cuatro taxa registrados en el predio

Parámetro	Anfibios	Aves	Mamíferos	Reptiles
Número de especies	3	15	9	5
Número de individuos	5	234	47	28
Índice de diversidad Simpson	0.64	0.89	0.86	0.75
Índice de diversidad Shannon-Wiener	1.05	2.36	2.06	1.45
Índice de riqueza Margalef	1.24	2.57	2.08	1.20
índice de Equidad Shannon-Wiener	0.96	0.87	0.94	0.90

4.2.3. Paisaje

Diagnóstico de la calidad visual del paisaje

Un paisaje se define como un área terrestre heterogénea integrada por un conjunto de comunidades que interactúan y se repiten de forma similar (Forman, 1995; Forman y Godron, 1986). El paisaje es resultado de tres mecanismos: procesos geomorfológicos que tienen lugar en periodos de tiempo muy largos, patrones de colonización de los organismos, y perturbaciones locales en las comunidades puntuales (Forman y Godron, 1986).

La ecología del paisaje enfatiza escalas espaciales amplias y los efectos ecológicos del patrón espacial de las comunidades (Farina, 1998). Específicamente considera a) la estructura de los paisajes: las relaciones espaciales entre los distintos ecosistemas o "elementos" presentes, esto es, la distribución de la energía, materiales y especies con relación a los tamaños, formas, números, tipos y configuraciones de los ecosistemas; b) su función: las interacciones entre los elementos espaciales (flujos de energía, materiales y especies entre las comunidades); y c) su cambio: la alteración en la estructura y función del mosaico ecológico en el tiempo (Farina, 1998).

Es por ello que para poder evaluar la calidad visual del paisaje (CVP), se tienen que considerar distintos factores ambientales y antrópicos que lo componen, los cuales, se mencionan en la tabla inferior.

Tabla IV. 38. Factores ambientales y antrópicos para la evaluación de la CVP.

FACTORES	
1. Geomorfología (G)	5. Color (C)
2. Vegetación (V)	6. Fondo escénico (E)
3. Fauna (F)	7. Singularidad o rareza (S)
4. Agua (A)	8. Actuaciones humanas (H)

Metodología

Para determinar la CVP, se evaluaron los ocho factores ambientales y antrópicos con una escala de cinco puntos que permite conocer de manera independiente el valor que representa para el ponderador cada uno de los elementos considerados que componen el entorno inmediato en toda la extensión del proyecto [sistema ambiental (SA). Para evaluar la calidad paisajística (CVP) actual, se utilizó una matriz con ocho factores representativos del paisaje visual mencionados en la tabla superior; dichos factores presentan cinco criterios con características distintas de calidad para así disminuir el sesgo de sobre o subvaloración de algún factor. La ponderación de los factores se realiza desde un punto estratégico, tratando de cubrir el mayor alcance visual, naturalmente a consideración del propio ponderador. El observador debe tener un conocimiento general en cada uno de los factores a evaluar con el objetivo de lograr conseguir una calificación apropiada.

Tabla IV. 39. Matriz utilizada en campo para evaluar la CVP.

Factores	Criterios para la calidad visual del paisaje				
	Muy Alta	**Alta**	**Media**	**Baja**	**Muy baja**
Geomorfología (G)	Relieve muy montañoso marcado y prominente, con riscos, cañadas, cañones, o bien, relieve de gran variedad superficial o sistema de dunas o presencia de algún rasgo muy singular.	Formas erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes, pero no dominantes o excepcionales.	Colinas suaves, fondos de valle planos, poco o ningún detalle singular.	Relieve suave, pero sin formar un valle en toda su extensión. Se muestran algunas depresiones o formaciones rocosas esporádicamente.	Relieve muy bajo formando extensas planicies, pero sin depresiones, cañones o cañadas que le agreguen un mayor atractivo visual.
	Valor = 5	**Valor = 4**	**Valor = 3**	**Valor =2**	**Valor = 1**
Vegetación (V)	Gran variedad de ecosistemas con especies altamente llamativas, formas, textura y coloración interesantes. Cubierta vegetal sin alteración antrópica.	Uno o más ecosistemas, pero con especies vegetales interesantes visualmente. La cubierta vegetal se muestra aparentemente inalterada.	Solo un tipo de comunidad vegetal, pero con formaciones y crecimiento de las especies vegetales que resultan interesantes visualmente. La cubierta vegetal se muestra ligeramente alterada.	Presencia de uno o varios tipos de ecosistemas con o sin formaciones interesantes en sus especies vegetales, pero con su cubierta vegetal considerablemente alterada.	Ausencia de vegetación autóctona o una gran parte de la superficie visual se encuentra desprovista de vegetación restándole casi en su totalidad la calidad del paisaje.
	Valor = 5	**Valor = 4**	**Valor = 3**	**Valor = 2**	**Valor = 1**

Factores	Criterios para la calidad visual del paisaje				
	Muy Alta	**Alta**	**Media**	**Baja**	**Muy baja**
Fauna (F)	Presencia visual o auditiva de fauna de forma permanente en el lugar. Especies altamente llamativas. Alta riqueza de especies.	Mediana presencia de fauna con valor visual y auditivo que aumenta la calidad del paisaje	Baja abundancia (aunque constante) de fauna llamativa visual o auditivamente.	Presencia esporádica de fauna en el lugar. Especies poco vistosas, o baja riqueza de especies.	Ausencia visual o auditiva de fauna de importancia paisajística.
	Valor = 5	**Valor = 4**	**Valor = 3**	**Valor = 2**	**Valor = 1**
Agua (A)	Elemento que realza considerablemente la calidad visual del paisaje. Puede presentarse como lagunas, lagos, ríos, arroyos, cascadas, etc. El agua se muestra limpia y libre de contaminantes de origen antrópico.	Elemento que realza medianamente la calidad visual del paisaje. Los cursos o cuerpos de agua no resultan tan espectaculares ni contrastan fuertemente con el resto de elementos paisajísticos. El agua se muestra limpia y libre de contaminantes de origen antrópico.	Corrientes o cuerpos de agua de bajo orden (pequeños) que contrastan ligeramente con el paisaje. El agua se muestra limpia.	Corrientes y/o cuerpos de agua poco contrastantes. Sus aguas se muestran con elementos contaminantes que deterioran la calidad visual y olfativa del	Corrientes o cuerpos de agua ausentes o poco perceptibles. Las aguas se encuentran altamente contaminadas restándole significativamente la calidad visual y olfativa al paisaje.
	Valor = 5	**Valor = 4**	**Valor = 3**	**Valor = 2**	**Valor = 1**
Color (C)	Combinaciones de color intensas y variadas, o contrastes agradables entre suelo, cielo, vegetación, roca, agua y nieve. Este factor se ve altamente dominante en el paisaje.	Combinación interesante de colores que agregan un importante valor a la calidad visual del paisaje, pero no se muestra como factor dominante.	Mediana variedad de colores que contrastan armoniosamente en el paisaje.	Colores medianamente contrastantes, aunque con poca variedad.	Pocos colores presentes y de tonalidades apagadas. Muy bajo contraste entre colores.
	Valor = 5	**Valor = 4**	**Valor = 3**	**Valor = 2**	**Valor = 1**

Factores	Criterios para la calidad visual del paisaje				
	Muy Alta	**Alta**	**Media**	**Baja**	**Muy baja**
Fondo escénico (E)	El paisaje circundante ejerce una muy alta influencia positiva a la calidad visual.	El paisaje circundante ejerce una alta influencia positiva a la calidad visual.	El paisaje circundante ejerce una mediana influencia positiva a la calidad visual.	El paisaje circundante ejerce una baja influencia positiva a la calidad visual.	El paisaje circundante ejerce muy baja influencia positiva a la calidad visual.
	Valor = 5	**Valor = 4**	**Valor = 3**	**Valor = 2**	**Valor = 1**
Singularidad o rareza (S)	Alta singularidad y rareza a nivel regional. Hay una alta armonía y contraste entre los distintos elementos distintivos del paisaje.	Algo común en la región. Los elementos característicos del paisaje se tornan medianamente armoniosos.	Bastante común en la región, aunque a nivel local suele tornarse ligeramente heterogéneo.	Presenta singularidad solamente a nivel de algunos elementos que componen el paisaje inmediato, pero a nivel regional resulta casi como un paisaje homogéneo.	No presenta rareza o singularidad a nivel regional
	Valor = 5	**Valor = 4**	**Valor = 3**	**Valor = 2**	**Valor = 1**
Actuaciones humanas (H)	Libre de intervención o modificación humana	La calidad escénica natural se encuentra modificada ligeramente llegando a ser poco perceptible a simple vista	La intervención humana es evidente a simple vista. Los elementos antrópicos resultan medianamente negativos a la calidad visual.	Los elementos antrópicos resultan abundantes restándole fuertemente la calidad al paisaje	La calidad del paisaje se ve completamente dominado por elementos de origen humano que afectan negativamente su valor visual.
	Valor = 5	**Valor = 4**	**Valor = 3**	**Valor = 2**	**Valor = 1**

Para disponer la asignación de los valores a cada factor, se desarrolló una escala de cinco puntos (valor) correspondientes a cinco criterios para una mayor precisión al momento de evaluar; ya con los criterios, se elaboró una escala cualitativa y cuantitativa según el rango mínimo (8 puntos) y máximo (40 puntos) de calidad de acuerdo con un paisaje en óptimas condiciones o en completo estado de perturbación, degradación y fragmentación.

Tabla IV. 40. Escala elaborada para determinar la CVP.

CATEGORIA	PUNTUACIÓN (VALOR)
Muy alta	33.6 – 40
Alta	27.2 – 33.5
Media	20.8 – 27.1

CATEGORIA	PUNTUACIÓN (VALOR)
Baja	14.4 – 20.7
Muy baja	8 – 14.3

Resultados.

De acuerdo con los resultados de la evaluación del paisaje, se obtuvo un promedio de 25.4, lo cual corresponde a un valor de calidad MEDIA para los factores ambientales en la zona de estudio.

De acuerdo con ello, puede observarse que el agua, el color, el fondo escénico y la singularidad o rareza tuvieron los valores más altos. Por su parte, la geomorfología obtuvo el valor más bajo, dado que la zona se caracteriza por ser una región con llanuras, donde el relieve es muy bajo formando extensas planicies, sin depresiones, cañones o cañadas que agreguen un mayor atractivo visual.

El componente hídrico corresponde a la Laguna Bacalar, elemento que en los 4 sitios de evaluación en los que se observa el cuerpo de agua, es un elemento que realza considerablemente la calidad visual del paisaje; a simple vista el agua se muestra limpia y libre de contaminantes de origen antrópico. Presenta singularidad y rareza a nivel regional, donde las corrientes perennes e intermitentes son prácticamente inexistentes, por lo que la presencia de este cuerpo de agua brinda armonía y contraste entre los distintos elementos distintivos del paisaje.



Vista de la laguna de Bacalar.

Esta laguna también aporta alto valor al color evaluado, sin embargo, en algunos sitios de evaluación, sobre todo en los que existen asentamientos humanos, o bien, en donde la vegetación se observa perturbada, el color se muestra medianamente contrastante o con poca variedad.

En dicho contexto, en la mayor parte del SA la vegetación presenta formaciones interesantes en sus especies vegetales, sin embargo, en algunos puntos, la cubierta vegetal se muestra considerablemente alterada, ya que el cambio de uso de suelo para el establecimiento de asentamientos humanos, casas, caminos de terracería, etc. han promovido la disminución de la cubierta vegetal.




Vista de la vegetación en mejor estado de conservación (izquierda) y vegetación perturbada (derecha), en los sitios de evaluación del paisaje.

Dicha presencia humana en los sitios cercanos a la laguna, y en donde precisamente el cambio de uso de suelo ha sido más drástico, ha generado que la abundancia de fauna sea baja, principalmente de anfibios, mamíferos y reptiles; la mayor abundancia está dada por el grupo de las aves, cuya presencia es constante visual y auditivamente. En los sitios más alejados de los asentamientos humanos, hay mediana a alta presencia de fauna con valor visual y auditivo que aumenta de manera importante la calidad del paisaje.




Aves en el área de estudio

Estas mismas zonas que muestran perturbación, han modificado el fondo escénico, y aunque el paisaje circundante ejerce en general una alta influencia positiva a la calidad visual, el cambio de uso de suelo y la intervención humana que es evidente a simple vista han modificado el paisaje y disminuido la influencia positiva a la calidad visual.



Aprovechamiento forestal, presencia de basura, zonas desprovistas de vegetación y caminos de terracería que disminuyen la calidad del paisaje.

Es en estas zonas modificadas en donde se pretende implementar el proyecto, sobre un camino de terracería existente y en operación, que transcurre de manera paralela por su costado izquierdo con usos de suelo principalmente destinados a asentamientos humanos, por lo que la rehabilitación del camino no implicará grandes modificaciones a la calidad del paisaje actual.

4.2.4. Medio Socioeconómico.

El municipio de Bacalar se encuentra localizado con las coordenadas geográficas 18°40´ 37" latitud norte y 88°23´43" latitud oeste, con 20 metros sobre el nivel del mar. Colinda al norte con los municipios de Felipe Carrillo Puerto y José María Morelos; al sur con el municipio de Othón P. Blanco; al este con el mar caribe y al oeste con el Estado de Campeche. La superficie del Municipio de Bacalar es de 7 mil 161 kilómetros cuadrados que representa el 14 por ciento de la superficie Estatal (Municipio de Bacalar, 2016).

A continuación, se describen los principales aspectos socioeconómicos del Municipio.

- Población

La población en el Municipio de Bacalar tiene una dinámica poblacional similar a la del Estado, ya que la tasa promedio de crecimiento anual es de 3% para ambos casos durante el periodo 2013-2015.

De acuerdo con la Encuesta Intercensal 2015 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, el municipio de Bacalar cuenta con 39 mil 111 habitantes, de los cuales 19 mil 481 son hombres y 19 mil 630 son mujeres. Existen 13 mil 442 niños de 0 a 14 años; 22 mil 730 personas de 15 a 64 años y 2 mil 62 personas de más de 65 años.

Para el 2017, la proyección del Consejo Estatal de Planeación (COESPO, 2016) esperan que el municipio tenga una población de 46,004 personas, el crecimiento poblacional de Bacalar contribuye en un 2.76% al crecimiento poblacional estatal.

La migración es un fenómeno característico del estado de Quintana Roo derivado de las oportunidades económicas que presenta el turismo; Bacalar forma parte de esta dinámica migratoria ya que el 4.18% de la población de 5 años o más no residían en el municipio en marzo de 2010. El fenómeno de atracción poblacional es mayor en los hombres (4.39%) que en las mujeres (3.97%), incluso si la mayor parte de la población ha permanecido en alguna comunidad del municipio (95.54%).

Tabla IV. 41. Dinámica migratoria del municipio de Bacalar.

Sexo	Población de 5 años y más	En la misma entidad				En otra entidad o país	No especificado
		Total	En el municipio	En otro municipio	No especificado		
Mujeres	17,709	95.70	94.84	5.14	0.02	3.97	0.33
Hombres	17,590	95.39	95.43	4.57	0.00	4.39	0.22
Total	**35,299**	**95.54**	**95.13**	**4.86**	**0.01**	**4.18**	**0.28**

Fuente: INEGI (2016). Tabuladores básicos de la Encuesta Intercensal 2015: Migración.

El municipio de Bacalar cuenta con 29 localidades indígenas con un total de 14 mil 483 habitantes de acuerdo a la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI).

La población que habla alguna lengua indígena (principalmente maya) asciende a 26.62% de la población de 3 años y más que vive en el municipio. De los que hablan lengua maya, el 95.56% son bilingües, siendo su segunda lengua el español, y solo el 3.62% habla exclusivamente maya. El 73.28% de la población de 3 años y más del municipio no habla ninguna lengua indígena. Un aspecto importante por considerar en la caracterización de la población es el grado de marginación de las localidades en las que viven. El índice de marginación parte de cuatro dimensiones - educación elemental, condiciones y servicios en las viviendas, ingreso y distribución de la población en el territorio -, de las cuales se desprenden nueve formas de exclusión socioeconómicas que se transforman en indicadores para medir la intensidad global de la marginación.

Tabla IV. 42. Localidades por municipio según el grado de marginación, 2010.

Municipio	Muy Alto	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo	Total
Bacalar	7	62	3	0	2	74
Benito Juárez	6	8	4	4	7	29
Cozumel	1	25	1	2	5	34
Felipe Carrillo Puerto	33	79	3	0	0	115
Isla Mujeres	5	9	0	1	8	23
José María Morelos	8	73	2	2	1	86
Lázaro Cárdenas	14	32	0	1	0	47
Othón P. Blanco	6	103	12	3	8	132
Solidaridad	10	9	5	7	3	34
Tulum	5	15	6	2	5	33
Total	**95**	**415**	**36**	**22**	**39**	**607**

Fuente: COESPO (2015). Índice de Marginación y rezago social.

De las 74 localidades analizadas (COESPO selecciona las comunidades censadas en 2010) para el municipio de Bacalar, se observa que 62 comunidades se encuentran en una alta marginación y 7 en muy alta marginación.

El índice de rezago social, en cambio, se elabora a partir de la elección de dimensiones que caractericen las carencias sociales, para el año 2010 se eligieron 5 dimensiones: Educación, Acceso a la Salud, Calidad y Espacios en la vivienda, Servicios Básicos en la Vivienda y Disponibilidad de Bienes en la vivienda. Para las dimensiones analizadas, se eligieron los siguientes indicadores:

1. Porcentaje de población de 15 años y más analfabeta.
2. Porcentaje de población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela.
3. Porcentaje de hogares con población de 15 a 29 años, con algún habitante con menos de nueve años aprobados de escolaridad. Porcentaje de población de 15 años y más con educación básica incompleta.
4. Porcentaje de población sin derechohabiencia a servicios de salud
5. Porcentaje de viviendas particulares habitadas con piso de tierra
6. Promedio de ocupantes por cuarto
7. Porcentaje de viviendas particulares habitadas que no disponen de excusado o sanitario
8. Porcentaje de viviendas particulares habitadas que no disponen de agua entubada de la red pública
9. Porcentaje de viviendas particulares habitadas que no disponen de drenaje
10. Porcentaje de viviendas particulares habitadas que no disponen de energía eléctrica
11. Porcentaje de viviendas particulares habitadas que no disponen de lavadora

12. Porcentaje de viviendas particulares habitadas que no disponen de refrigerador.

El resultado del índice de rezago social muestra que en Bacalar la mayor parte de las comunidades tienen medio o bajo nivel de rezago social. Resultado similar al estatal.

Tabla IV. 43. Localidades por municipio según el índice de rezago social, 2010.

Municipio	Muy Alto	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo	Total
Bacalar		5	21	30	10	66
Benito Juárez		6	5	4	14	29
Cozumel		1	8	12	13	34
Felipe Carrillo Puerto	6	25	53	26	6	116
Isla Mujeres		4	7	2	10	23
José María Morelos	1	8	40	26	3	78
Lázaro Cárdenas	5	8	19	12	2	46
Othón P. Blanco	1	2	14	34	33	84
Solidaridad	1	11	3	4	17	36
Tulum		2	11	7	13	33
Total	**14**	**72**	**181**	**157**	**121**	**545**

Fuente: COESPO (2015). Índices de Marginación y rezago social.

- **Vivienda**

Un rubro analizado en el índice de rezago social son las características de la vivienda de los habitantes de cada municipio, en particular son relevantes las características de la vivienda referidas a la resistencia de los materiales (del piso, paredes y techo) con la cual están construidas, también se analizan el número de cuartos y los servicios básicos con los que dispone la vivienda (energía eléctrica, agua entubada, drenaje y recolecta de basura).

En 2010, en el censo de población se registró 9 mil 71 viviendas habitadas, con un promedio de 4.15 habitantes por vivienda, de las cuales 2 mil 7 tienen un cuarto, 3 mil 71 dos cuartos y 3 mil 708 tres cuartos. El 82% de las viviendas habitadas cuenta con piso de concreto o firme y el 12 por ciento cuenta con piso de tierra.

En servicios básicos de viviendas habitadas se registran 462 sin luz eléctrica, 711 que no disponen de agua entubada en el ámbito de la vivienda y mil 390 viviendas particulares habitadas que no tienen drenaje. En la encuesta Intercensal 2015 del INEGI se registraron 10,149 viviendas, incrementando en 1,078 viviendas respecto a 2010, lo cual representó un crecimiento de 11.9% en 5 años. El 96.57% del total de viviendas son casa-habitación y el 2.69% de las viviendas son cuarterías o vecindarios.

De las 10,124 viviendas existentes en el municipio de Bacalar, el 76.65% tienen piso firme o de concreto, el 14.52% de las viviendas tienen piso con algún recubrimiento (mosaico, madera u otros) y tan solo el 8.74% presentan piso de tierra.

En cuanto al material de los techos de las viviendas existe un patrón distinto al de la dinámica estatal, ya que en Quintana Roo el 88.49% de las viviendas tienen un techo de material muy resistente (loza de concreto o viguetas en bovedilla) mientras que en Bacalar apenas el 50.1% se encuentran en esta condición.

El 44.94% de las viviendas presentan techos con lámina metálica, de asbesto, de fibrocemento, palma y madera, lo que revela una mayor exposición de la población ante fenómenos meteorológicos típicos de la península de Yucatán.

Las paredes en las 10,124 viviendas del municipio de Bacalar utilizan diferentes materiales, siendo los materiales muy resistentes los mayoritarios (tabique, ladrillo, block, piedra, cantera, cemento o concreto) con el 67.4%. Sin embargo, las paredes hechas con madera o adobe son significativas en el municipio con el 31.33%. Nuevamente, se observa una mayor vulnerabilidad en la vivienda dado los materiales utilizados en contraste con la estadística estatal donde el 92.33% de las viviendas tienen paredes hechas con materiales muy resistentes.

De las 10,124 viviendas habitadas del municipio el 79.77% es propia, aproximadamente un 20% más que a nivel estatal. Las viviendas alquiladas representan el 7.07% a nivel municipal, en contraste con el 28.16% de las viviendas alquiladas a nivel estatal. Estas cifras demuestran que a nivel municipal existen condiciones que permiten a las familias adquirir su vivienda propia. Las viviendas particulares habitadas en Bacalar no utilizan el mismo combustible para cocinar sus alimentos. El municipio se aleja del promedio estatal en este indicador, ya que en Quintana Roo el 79.05% de las viviendas utilizan gas para cocinar mientras que en Bacalar este indicador alcanza la cifra de 30.50%. El principal combustible para cocinar es la leña o el carbón, utilizados en el 63.84% de las viviendas del municipio.

El acceso a agua puede ser mediante 2 métodos: por instalación de sistemas de distribución de agua realizada a partir de tuberías o por acarreo. En el municipio de Bacalar el 97.68% de las viviendas disponen de agua entubada y el 2.21% tiene acceso al agua por acarreo. De las viviendas con acceso al agua entubada, el 48.88% tiene agua dentro de la vivienda y el 51.52% tiene tomas de agua fuera de la vivienda, pero dentro del terreno. De las viviendas que solo tienen acceso al agua por acarreo, el 45.95% trae el agua desde otra vivienda y el 45.37% desde un pozo. El acceso a agua entubada en términos porcentuales es ligeramente mayor para la población del municipio que la media estatal.

El 96.69% de las viviendas particulares habitadas disponen de drenaje a nivel estatal, en Bacalar el acceso es ligeramente menor (94.34%). A nivel estatal el drenaje principal es la red pública, pero en el ámbito municipal el 97.48% de las viviendas con acceso a drenaje desalojan en fosa séptica o en un biodigestor. En el municipio de Bacalar la mayor parte de las viviendas habitadas disponen de energía eléctrica (96.93%), cifra similar a la de los demás municipios del estado.

La quema de basura es la forma más popular de eliminación de residuos en el municipio de Bacalar; ésta se realiza en más de la mitad de las viviendas (51.71%), un 26.93% en cambio lo tiran en un contenedor o basurero público y solo el 18.98% de la población lo entrega al servicio público de

recolección. Bacalar es el municipio donde el menor número de viviendas dispone del servicio público de recoja de basura.

En el municipio de Bacalar existe una brecha en la disponibilidad de bienes y el acceso a la tecnología, la mayor parte de los hogares dispone de televisor (76.87%), refrigerador (66.29%), lavadora (62.28%) y teléfono celular (56.50%). Sin embargo, el acceso a internet (10.11%) o la disposición de una computadora (14.74%) son limitados en las viviendas habitadas.

- **Educación**

Pese a los esfuerzos para alfabetizar a la población, el fenómeno del analfabetismo se encuentra presente en el municipio de Bacalar ya que el 12.89% está en esta condición. El analfabetismo tiene una relación inversa con la edad, los grupos de mayor edad (55-64 años y mayores a 64 años) tienen las tasas de mayor analfabetismo (40.85% y 51.02% respectivamente), en contraste los grupos de edad más jóvenes (15- 17 años y 18-24 años) son aquellos con las mayores tasas de alfabetización (97.76% y 95.15% respectivamente). Adicionalmente, el analfabetismo afecta en una mayor proporción a las mujeres, ya que del 12.89% de analfabetas el 54.48% pertenecen al sexo femenino. De manera similar, la proporción de la población alfabeta es mayor en los hombres (50.69%) que en las mujeres (49.31%).

El fenómeno de analfabetismo está intrínsecamente ligado al nivel de estudios de la población, en el municipio la población sin escolaridad representa el 13.13% de la población total y la ausencia de estudios es mayor en las mujeres (13.98%) que en los hombres (12.28%). El 60.42% de la población tiene educación básica, de los cuales el 54.13% tiene secundaria, un 45.35% tiene primaria y un 0.52% tiene preescolar como máximos grados de estudio. La población que accede a educación media superior es del 16.85% y las que han cursado educación superior representan menos del 10% de la población.

El combate al analfabetismo y un mayor grado de estudios se relacionan directamente con la condición de asistencia escolar. Entre la población que tiene entre 3 y 14 años los que asisten a la escuela son el 87.93% en el municipio (a nivel estatal la cifra es de 86.91%), dicha cifra decae conforme incrementa la edad.

- **Salud**

Otro atributo que contribuye a una vida digna es el acceso a servicios de salud, dos son los indicadores que capturan este aspecto: la condición de afiliación y la condición de usuario. En el municipio de Bacalar el 91.70% de la población tiene acceso a servicios de salud, dicho indicador es superior que el total estatal donde el 80.83% de la población tiene acceso a servicios de salud. Entre la población afiliada a algún servicio de salud, el 90.59% se encuentra afiliada al seguro popular o para una Nueva Generación, el 7.59% al ISSSTE y el 3.52% al IMSS. El programa Seguro Popular da cobertura sanitaria a la mayor parte de la población del municipio, el cual responde a los objetivos del gobierno federal de alcanzar la cobertura universal en el acceso a los servicios de salud, aspecto que contribuye a mejorar el nivel de vida de la población bacalarense. La población no afiliada a ningún servicio de salud representa el 8.11%, sin embargo, el hecho de que no estén afiliados no

implica que no sean usuarios de algún servicio de salud. Solo el 1.66% de la población no utiliza servicios de salud.

En cuanto a los usuarios de los servicios de salud, la mayor parte de los habitantes del municipio (98.20%) utilizan algún servicio de salud, principalmente ligados con la Secretaria de Salud (SSA).

De las personas con capacidades diferentes que habitan en el municipio de Bacalar, un total de 1,224 personas tienen limitación para moverse, 690 con limitaciones visuales, 396 con limitaciones para hablar, 292 con limitaciones para escuchar, 249 con limitación mental y 122 personas con limitaciones para poner atención o aprender cosas sencillas.

- **Empleo por actividades económicas**

En el análisis del empleo se debe considerar que la población desocupada se refiere a aquella población que se encuentra disponible para trabajar (que conforman la población económicamente activa) y que buscan empleo activamente (han buscado empleo al menos una vez en los últimos 3 meses). Por ello es importante distinguir que la tasa de desocupación únicamente se refiere a aquellos que buscan empleo (cumpliendo los requisitos legales) y no lo encuentran, en el cálculo se excluye la población que se encuentra impedida para trabajar (niños, gente de la tercera edad) y que no busca empleo. Bacalar es uno de los municipios con una menor tasa de desocupación (1.88%) a nivel agregado, que es ligeramente mayor en el caso de los hombres (2.03%) que en las mujeres (1.37%). Los hombres representan el 69.24% de la fuerza laboral y tan solo el 20.65% de las mujeres está dispuesta a ser parte de ésta.

La población ocupada en el municipio de Bacalar asciende a 13,024 personas, de los cuales el 49.99% son trabajadores asalariados y el 49.23% son trabajadores no asalariados. La mayor parte de la fuerza laboral ocupada está compuesta por hombres, ya que de las 13,024 personas ocupadas 10,0003 son hombres.

La población ocupada en el municipio de Bacalar asciende a 13,024 personas, de los cuales el 43.24% son trabajadores agropecuarios y el 29.76% son comerciantes o se dedican a distintos servicios.

Si se considera la distribución de la población ocupada por sexo y por actividad económica se observa que en el caso de los hombres la principal fuente de empleo es la actividad primaria (como la ganadería, la agricultura, la apicultura y la pesca), a diferencia de las mujeres que se ocupan principalmente en el sector terciario ligado a servicios y al comercio.

- **Agricultura**

La agricultura es la principal rama de la actividad económica en ocupar a la población masculina. Un indicador para medir la actividad económica son la superficie sembrada y la superficie cosechada; el Instituto Nacional de Geografía clasifica la superficie sembrada a partir del tipo de cultivo en cultivos cíclicos y perennes. Entre los cultivos cíclicos destaca el maíz, donde Bacalar siembra un equivalente al 17% del total sembrado en el estado y aunque cosecha la misma proporción, hay una pérdida del 33% de respecto a la superficie sembrada. En el caso de la Soya, el municipio de Bacalar

produce prácticamente toda la soya en Quintana Roo. El municipio también cosecha el 50% del chile verde de la producción estatal y el 59% del sorgo en grano.

En el caso de los cultivos perennes sobresale el hecho de que el municipio de Bacalar produce el 81% de toda la piña cosechada a nivel estatal. Bacalar es el segundo municipio con mayor superficie fertilizada (solo después de Othón P. Blanco), aunque es el municipio que más utiliza semillas mejoradas, es el tercer municipio que utiliza asistencia técnica y el segundo municipio en el que se aplican acciones fitosanitarias a cultivos.

En el 2012, Bacalar fue el municipio que incorporó la mayor superficie al riego. En 2013, el 16.4% de la nueva superficie disponible para el riego en el estado de Quintana Roo se presentó en Bacalar. Para 2014, el 10.5% de la superficie rehabilitada para el riego se encontró en el municipio de Bacalar, sin embargo, de 2013 a 2014 no se incorporó nueva superficie al riego.

- **Ganadería**

Bacalar es el municipio con mayor volumen de producción de ganado bovino (produce cerca de un tercio del total estatal) y el segundo municipio en producción de caprinos y bovinos.

Derivado de su nivel de producción Bacalar es de los municipios con ingresos medios en la venta de bovinos, la diferencia con la tabla anterior se justifica por el hecho de que Bacalar no disponía (en 2014) de un rastro municipal. Bacalar ocupa el segundo lugar en la producción de leche de bovino y de caprino en el estado de Quintana Roo.

- **Turismo**

Dentro de las actividades terciarias destacan los servicios impulsados por el turismo, Bacalar en su condición de pueblo mágico y el hecho de ser uno de los pocos destinos con estromatolitos hacen que tenga una influencia turística en consolidación.

El municipio de Bacalar tiene 32 establecimientos de hospedaje registrados correspondientes a 18 hoteles, 6 cabañas y 8 son otros (Comprenden: establecimientos de clase económica, apartamentos, bungalows, campamentos, condominios, cuartos amueblados, haciendas y villas).

Los 18 hoteles acumulan 289 unidades de hospedaje, las 6 cabañas tienen un total de 45 unidades, al igual que la categoría de otros; Bacalar cuenta con un total de 379 habitaciones de las 88,280 que existen a nivel estatal.

4.2.5. Diagnostico ambiental.

Las funciones de un ecosistema se refieren al flujo de energía y al ciclo de materiales que circulan a través de los componentes estructurales del mismo (biotopo y biocenosis) y poseen una interdependencia natural. Su integridad funcional depende de la conservación de las complejas y dinámicas relaciones entre sus componentes.

El diagnóstico ambiental tiene como finalidad identificar y analizar las tendencias del comportamiento de los procesos de deterioro natural y el grado de conservación presentes en la porción influenciada del Sistema Ambiental.

Una forma de estimar la calidad ambiental en dicho SA, es mediante la aplicación de metodologías que involucren un conjunto de factores representativos del medio ambiente; tal es el caso de la metodología planteada para el presente apartado, la cual, corresponde a la evaluación de nueve factores ambientales, sociales y antrópicos desde un enfoque visual y con tendencia objetiva del entorno inmediato. Siendo así el diagnóstico ambiental (DA), uno de los elementos más importantes para conocer la calidad de los ecosistemas.

Tabla IV. 44. Factores para evaluar el DA.

FACTORES AMBIENTALES, SOCIALES Y ANTRÓPICOS
Geoformas
Suelo
Calidad del agua
Cubierta vegetal
Naturalidad de la vegetación
Presencia de ganado
Presencia de cultivos
Hábitat para la fauna (potencialidad)
Evidencia de penetración antrópica (casas, caminos, brechas, basura, etc.)

- **Diagnóstico Ambiental en Base a la Ponderación de los Factores en Campo**

La evaluación de estos factores se realizó sobre el trazo del proyecto (sitio puntual) y colindancias, además de 2 sitios en el SA; una vez que se obtuvieron los datos de dicha evaluación, se puede interpretar el estado de la calidad ambiental (CA), esto con la intención de conocer el estado ambiental actual de la zona del proyecto y mostrar el escenario donde se pretende insertar las actividades de la obra.

La evaluación in situ (información recabada en campo) consiste en la ponderación de nueve factores ya mencionados bajo una serie de criterios (nivel de calidad-calificación) que permiten tener un acercamiento de las condiciones actuales del ambiente inmediato del sitio del proyecto y colindancias. Los resultados obtenidos, se calificaron con una escala cualitativa según los rangos mínimos y máximos de lo que sería un ambiente completamente perturbado o fragmentado o en condiciones óptimas.

Tabla IV. 45. Escala para determinar la CA.

CATEGORIA	PUNTUACIÓN
Muy alta	33.9 – 45
Alta	30.7 – 33.8
Media	23.5 – 30.6

Baja	16.3 – 23.4
Muy baja	9 – 16.2

Los sitios para evaluar el DA, fueron los mismos sitios donde se evaluó la calidad visual del paisaje, ya que se buscó contar con una interpretación homogénea por parte del ponderador. A continuación, se muestran los sitos en donde se efectúo la valoración para el presente diagnóstico ambiental.

Resultados

El resultado total de la evaluación in situ, muestra que la condición ambiental para el proyecto es de una categoría MEDIA con un valor de 30 puntos.

Los resultados de la ponderación de los nueve factores evaluados en campo se muestran en la tabla inferior, la cual contiene los criterios utilizados y los valores obtenidos en cada uno de los puntos de evaluación, así como los valores promedio para cada factor, valor total para cada sitio de evaluación y el valor total de la calidad ambiental para el trazo del proyecto y colindancias.

Tabla IV. 46. Matriz utilizada para la evaluación in situ del DA.

Factores ambientales, sociales y antrópicos	Nivel de calidad	Calificación	Sitios de Evaluación					Valor promedio
			S1	S2	S3	S4	S5	
Geoformas	Original	5	3	4	3	5	5	4
	Escasamente	4						
	Modificadas	3						
	Moderadamente modificadas	2						
	Totalmente modificada	1						
Suelo	Sin erosión	5	3	4	3	5	5	4
	Escasa erosión	4						
	Moderadamente erosionado	3						
	Altamente erosionado	2						
	Extremadamente erosionado	1						
Calidad del agua (De no existir cuerpos o corrientes de agua se evalúan posibles elementos que pudieran contaminar las aguas superficiales o subterráneas en época de lluvias)	Sin contaminación aparente	5	3	3	3	5	5	3.8
	Ligera contaminación	4						
	Moderada contaminación	3						
	Alta contaminación	2						
	Extrema contaminación	1						
Cubierta vegetal	Mayor al 100%	5	1	2	3	4	4	2.4
	75 – 100%	4						
	50 – 75%	3						

Factores ambientales, sociales y antrópicos	Nivel de calidad	Calificación	Sitios de Evaluación					Valor promedio
			S1	S2	S3	S4	S5	
	25 – 50%	2						
	Menor al 25%	1						
Naturalidad de la vegetación	Sin vegetación secundaria	5	1	1	1	1	1	1
	Domina la vegetación natural sobre la secundaria	4						
	Igual vegetación natural que la secundaria	3						
	Domina la vegetación secundaria sobre la natural	2						
	Solo vegetación secundaria	1						
Presencia de ganado	Nula	5	5	3	5	5	5	4.6
	Escasa	4						
	Moderada	3						
	Alta	2						
	Muy alta	1						
Presencia de cultivos	Nula	5	5	5	5	5	5	5
	Escasa	4						
	Moderada	3						
	Alta	2						
	Muy alta	1						
Hábitat para la fauna (potencialidad)	Potencial muy alto	5	2	3	2	4	4	3
	Potencial alto	4						
	Potencial medio	3						
	Potencial bajo	2						
	Potencial muy bajo	1						
Evidencia de penetración antrópica (casas, caminos, brechas, basura, etc.)	Nula	5	1	2	1	3	4	2.2
	Escasa	4						
	Media	3						
	Alta	2						
	Muy alta	1						
Valores de calidad ambiental total por cada sitio de evaluación/valor total de la calidad ambiental del trazo del proyecto y colindancias			**24**	**27**	**24**	**37**	**38**	**30**

La condición ambiental que guarda el sitio es MEDIO debido principalmente a que la región ha sufrido diferentes procesos de intensificación socioeconómica por su incorporación al turismo en los últimos años (esta actividad se ha desarrollado desde los años 1990); esto ha dado lugar a cambios de usos de suelo a lo largo del litoral de la laguna. En este sentido, Bacalar se ha posicionado como un lugar turístico relevante a partir de su denominación como Pueblo Mágico, lo que ha producido

un aumento sustancial del valor de la tierra, una acelerada especulación inmobiliaria, demanda de viviendas de veraneo, junto con problemas de carácter ambiental provocados mayormente por el turismo residencial ubicado a la orilla de la laguna.

En referencia a los componentes bióticos y abióticos en el SA, se puede mencionar que, con respecto a la geomorfología, a pesar de que el relieve es llano en el área de estudio, la implementación de distintos caminos de terracería y asentamientos humanos ha generado de escasa a moderada modificación en la naturalidad del terreno.

En cuanto a la degradación del suelo, ésta se puede presentar por erosión eólica, hídrica, así como por degradación química y física. El estudio de Evaluación de la Degradación del Suelo Causada por el Hombre en la República Mexicana, Escala 1:250,000 (Semarnat-COLPOS, 2003), señala que en Quintana Roo no se observa erosión hídrica, ni eólica del suelo, sin embargo, reporta que presenta 184,168.48 ha con degradación física y 1´020,101.94 ha con degradación química. Por su parte, Bacalar presenta una superficie de 172,215.04 ha con degradación química ligera del suelo por disminución de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica, debido principalmente a actividades agrícolas y deforestación.

De la misma forma, debido a las características abióticas del área de estudio, en el SA no se observa erosión eólica o hídrica, pero debido a la eliminación de la cobertura vegetal y a que la mayoría del SA presenta suelo de tipo luvisol, los cuales son suelos con alta susceptibilidad a la erosión, en algunos sitios dicho componente se observa moderadamente erosionado, mientras que en otros existe escasa erosión; en los sitios donde la cubierta vegetal se encuentra en mejor estado de conservación la erosión es nula.

A simple vista, la calidad del agua se muestra en buen estado, sin embargo, los asentamientos humanos no planificados (sin tratamientos de aguas residuales), el aumento de los residuos (existen estudios donde se ha detectado materia orgánica humana en la laguna), los basureros a cielo abierto y los fertilizantes utilizados en cultivos de la región, comienzan a afectar la calidad del agua de la Laguna de Bacalar y su estado de conservación.

Con respecto a la cubierta vegetal, en los sitios donde se presentan asentamientos humanos, ésta es menor al 25%, donde se muestran grandes extensiones de terreno desprovistas de vegetación o bien, con escasos árboles que se han mantenido por ser frutales o que se han sembrado con fines ornamentales. En las zonas colindantes al camino, la vegetación se encuentra perturbada, con abundancia de especies arbustivas que tienden a ser pioneras o heliófilas, y colonizan sitios en donde la irradiación solar es mayor; asimismo, se observan especies ruderales e incluso pastos exóticos que han sido introducidos. Por el contrario, en las zonas más alejadas a la laguna, la vegetación presenta cobertura de entre el 75 al 100%. Sin embargo, en la totalidad del SA, la vegetación se encuentra en estado secundario, con dominancia de la fase arbórea.

Ello repercute de manera directa en el hábitat para la fauna, misma que en las colindancias de la laguna, donde ha existido un cambio de uso de suelo para el establecimiento de casas de segunda residencia, hoteles y otros establecimientos, es escasa, ya que se ha ahuyentado tanto por la

presencia humana, el constante ruido, como por la presencia de animales de compañía, principalmente perros. De tal forma, en los sitios de evaluación, principalmente los que colindan con la laguna, el hábitat para la fauna presenta potencial bajo, siendo el grupo de las aves el que mayor abundancia reporta, ya que estás son capaces de desplazarse grandes distancias en busca de recursos y muchas especies se adaptan a sitios antrópizados. En zonas del SA con mayor cobertura vegetal y menos perturbación, se presenta un hábitat con potencial alto, donde pudieron registrarse especies de reptiles y mamíferos, algunos de los cuales incluso se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En los sitios de evaluación del Diagnóstico Ambiental, la presencia de ganado y cultivos fue nulo, con excepción de uno de los sitios de muestreo; aunque en el SA si se observan algunos terrenos dedicados a dichas actividades productivas, éstas no representan superficies y/o usos de suelo de grandes dimensiones.

Sin embargo, debido a la gran presión proveniente de fuentes antropogénicas derivado del cambio de uso de suelo para el establecimiento de asentamientos humanos, la zona presenta una tendencia al deterioro y modificación de los componentes bióticos y abióticos, factor que está causando la desaparición de los ecosistemas y que desgraciadamente presentan una tendencia a incrementar, situación que es independiente a la construcción del proyecto que a partir de la presente MIA-P se pretende autorizar, mismo que consiste en la construcción de una casa habitación (nueva), cuya construcción y puesta en marcha operará bajo el estricto cumplimiento tanto de los criterios ecológicos que se establecen en el POET de la región laguna de Bacalar, como de las normas oficiales mexicanas que apliquen para este tipo de desarrollos inmobiliarios, el proyecto en cuestión no modificará de manera considerable la condición en la que se encuentra el área de estudio.

Por lo tanto, una vez analizadas las características del medio biótico y abiótico tanto en el SA, como en el área de influencia, así como la composición y estructura de la vegetación en la línea de ceros, valorando además los ecosistemas y el paisaje en el cual se encuentra el proyecto, se puede concluir que el desarrollo del proyecto no representará una alteración significativa a las condiciones en las que los ecosistemas del sitio se encuentran actualmente, y no propiciará un deterioro en las funciones de los servicios ambientales y la interrelación de estos, por lo que es ambientalmente viable para su implementación y operación.

4.3. DESCRIPCIÓN DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES DEL SITIO DEL PROYECTO Y EL AREA DE INFLUENCIA DIRECTA.

4.3.1. Medio abiótico.

a) Clima.

En los apartados siguientes, se describen las características de cada tipo de clima y condiciones meteorológicas presentes en el polígono del predio y el área de influencia, con base al registro de

las estaciones meteorológicas, del Sistema Meteorológico Nacional, que se encuentran cerca al polígono del proyecto.

Dentro del área del proyecto, se encuentra un tipo de clima que, de acuerdo con la clasificación de Köppen, modificada por E. García (2004), corresponde a un tipo Aw0.

Clima Aw0(x'): Es cálido y el más seco de los subhúmedos, con lluvias en verano y que por lo menos tiene diez veces más la cantidad de lluvia en el mes más húmedo de la mitad caliente del año que en el más seco, con régimen de lluvias durante el verano, pudiéndose manifestar con regular frecuencia un breve período de sequía relativa (canícula) entre finales de julio o principios de agosto.

Este clima presenta una temperatura media anual mayor a los 22°C y temperatura del mes más fría de 18°C. Con precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano con índice P/T menor de 43.2 y porcentaje de lluvia invernal del 5 % al 10.20 % del total anual y precipitación del mes más seco menor de 60 mm; lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5 % al 10.20 % del total anual respectivamente.

A continuación, en la siguiente imagen, se presenta el referente al clima en el predio.

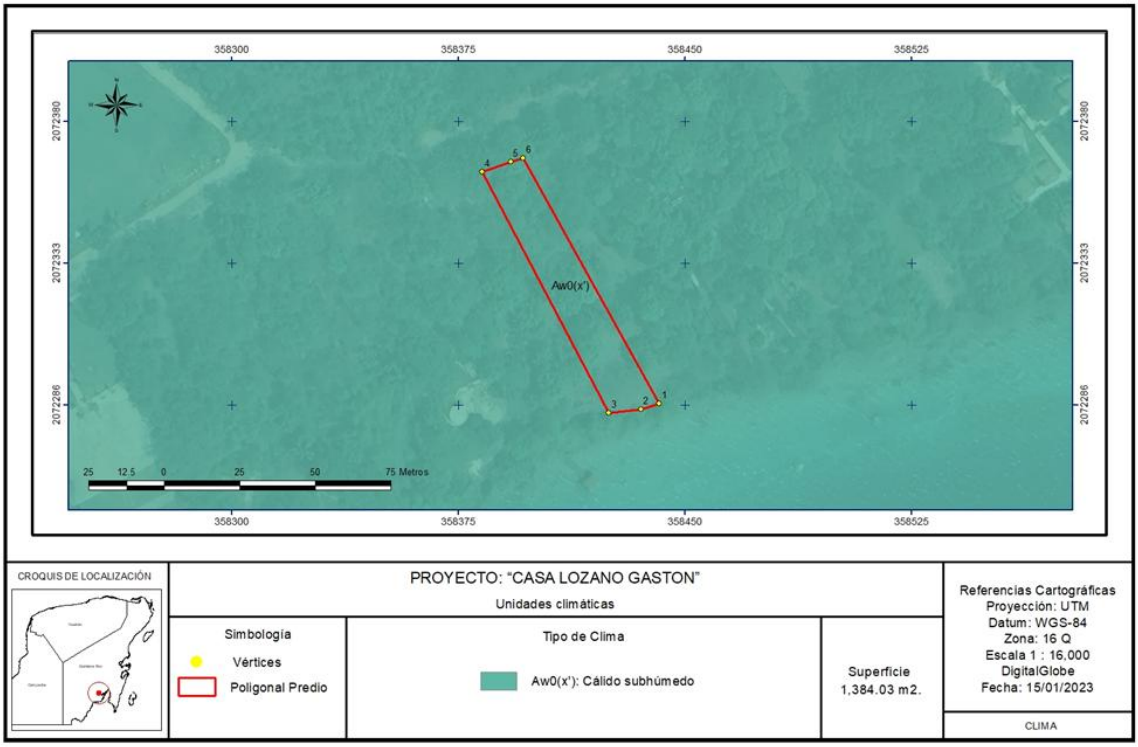


Imagen IV. 15. Tipo de clima existente en el predio del proyecto.

b) Precipitación media anual.

La precipitación normal anual es de 1,100 mm; la precipitación mínima se presenta en el mes de abril con 44.1 mm, mientras que la máxima ocurre en el mes de octubre con 271.9 mm.

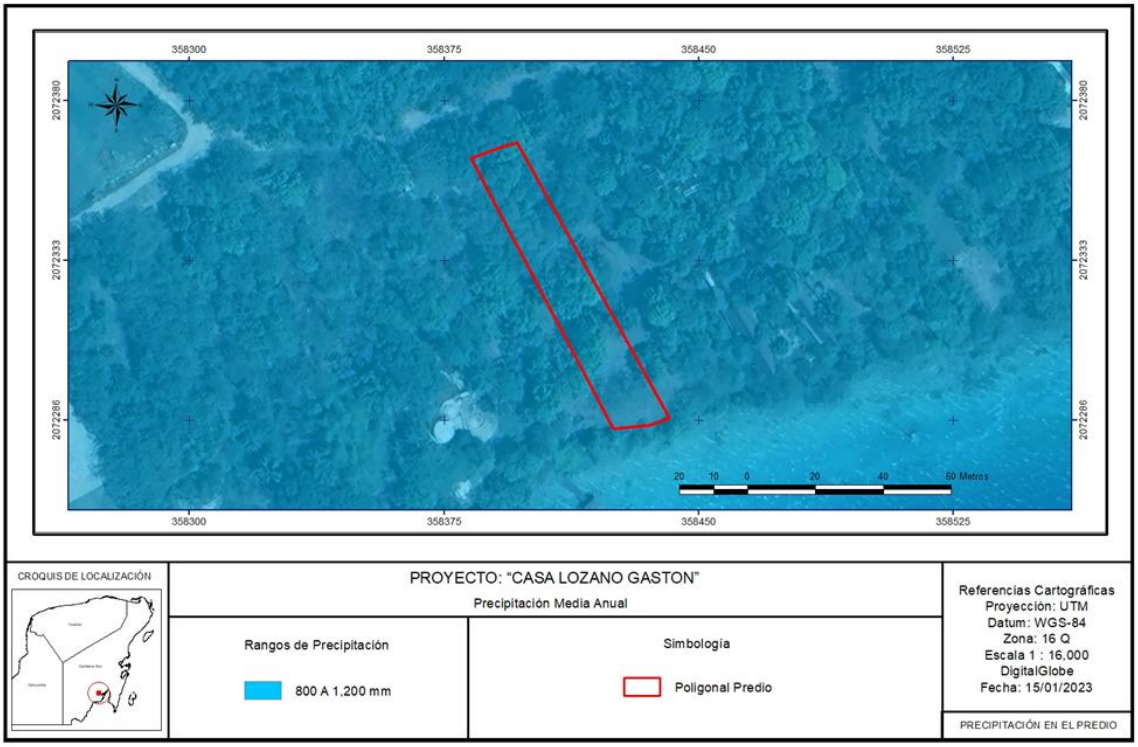


Imagen IV. 16. Precipitación media anual en el predio del proyecto.

c) Fisiografía.

El área del predio se encuentra incluido en la su provincia de Costa baja, que se extiende a lo largo del borde oriental; se caracteriza por su relieve escalonado que desciende de poniente a oriente, con reducida elevación sobre el nivel del mar. A lo largo de su borde sur y suroriental circula el Río Hondo. En esta su provincia existen grandes cenotes, como el Cenote Azul; varias lagunas: Bacalar, San Felipe, La Virtud, Chile Verde y Laguna Guerrero, entre otras, y vastas áreas inundables, algunas permanentes casi todo el año.

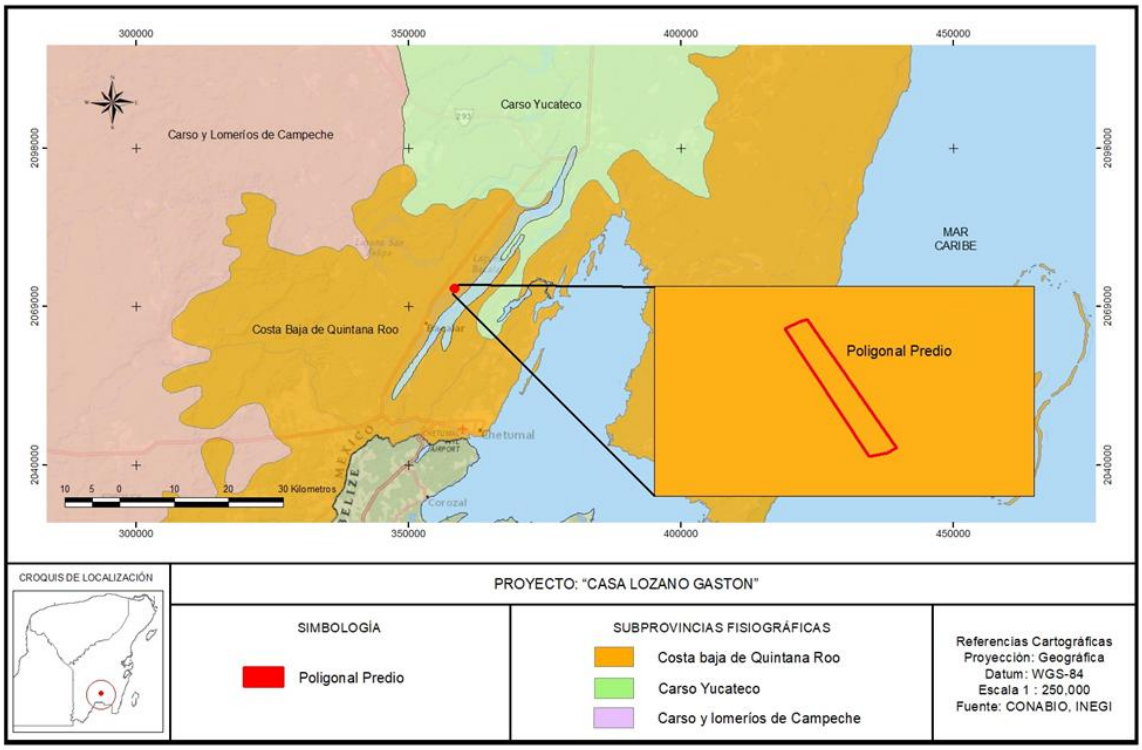


Imagen IV. 17. Fisiografía en el predio del proyecto.

d) Geología.

La geología es la ciencia que se encarga del estudio de la Tierra, desde su composición química, su estructura, los procesos físicos internos y externos que le ocurren, hasta su historia como planeta y los cambios que ha experimentado a lo largo del tiempo.

La geología y la geomorfología de México están influenciadas fuertemente por la tectónica de placas, por un lado, en la margen del océano Pacífico se presenta un límite tectónico activo con fenómenos de convergencia y subducción que provocan fallas, fracturas, volcanismo y deformación de la corteza, entre otros procesos geológicos, mientras que, en la margen del golfo de México, se tiene un límite tectónicamente pasivo, en donde no se presenta deformación superficial.

Litología

Con base en la información contenida en la carta de Geología del INEGI y la plataforma del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), sólo se encuentra el siguiente tipo de roca dentro del área del proyecto:

Ts (cz): Unidad en la que quedan comprendidas las rocas calcáreas de la formación Carrillo Puerto, asignada al Mioceno SuperiorPlioceno, formada por calizas microcristalinas y de diferentes texturas: biomicrita, biospatita, ooespatita, oolítica o biocalcarenita, de facies de plataforma somera y color café claro, amarillo, rojo y blanco. Su estratificación no es claramente observable, aunque aparentemente es de estratos medianos y gruesos, de echado casi horizontal; está constituida por una calcirrudita fosilífera de aproximadamente un metro de espesor que contiene abundantes

fragmentos de corales, equinodermos, pelecípodos y gasterópodos, además de foraminíferos, entre ellos Pyogo sp., Textularíella aft., T. augusta y Planulina sp., algas como Lithophyllumsp., gasterópodos y corales, minerales como calcita diseminada, trazas de yeso y aragonito; también se encuentran calizas compactas con Peneroplidae del género Archaias, considerado como fósil índice de esta formación y calizas arcillosas que al alterarse producen arcillas rojas lateríticas. Esta formación descansa concordante con la del Estero Franco sobre la de Bacalar o en discordancia sobre las rocas del Eoceno, esta unidad se localiza desde la Bahía de Chemal hasta casi llegar al litoral norte del estado, cubriendo la mayor parte de éste.

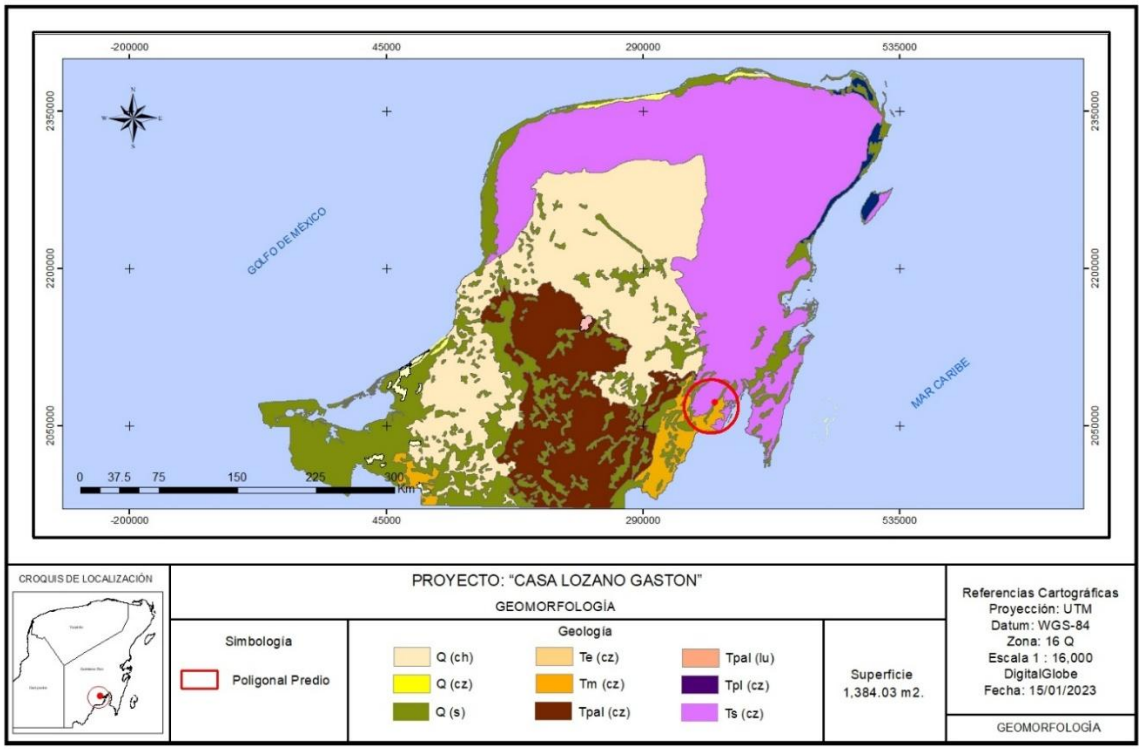


Imagen IV. 18. Carta geológica. El Predio del proyecto está asentado sobre material consolidado de rocas sedimentarias que datan del Terciario Superior y Cuaternario, es de naturaleza calcárea, en estratos delgados a gruesos. (FUENTE: CONABIO e INEGI, Escala 1:250 000).

e) Edafología.

La FAO define al suelo como un cuerpo natural que está conformado por capas u horizontes compuestos de materiales minerales meteorizados, materia orgánica, aire y agua, es pues, el producto final de la influencia del tiempo, combinado con la acción del clima, topografía, organismos y material parental, por lo tanto, cada unidad de suelo difiere en sus propiedades físicas, químicas y biológicas.

Luvisol (LV).

El tipo de suelo que ocupa la superficie total del predio del proyecto y corresponde a suelos con un horizonte Bt de acumulación de arcilla y alta capacidad de intercambio de cationes a lo largo del perfil. A diferencia de los suelos Vertisoles y Gleysoles, los Luvisoles no contienen arcillas

expansibles. Son suelos sin problemas fuertes de fertilidad química, sin problemas para el laboreo mecánico y, de manera general, de buena aptitud agrícola (Bautista, et al., 2010).

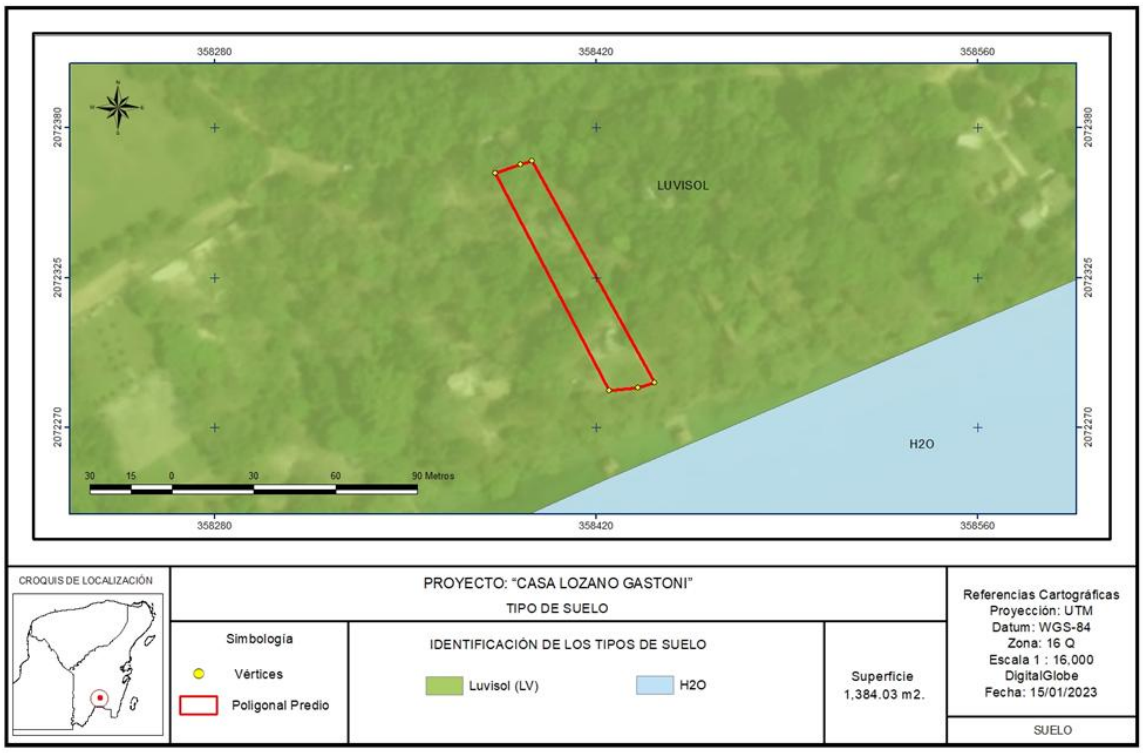


Imagen IV. 19. Distribución de los tipos de suelo en el predio del proyecto.

f) Hidrología

La hidrología es la ciencia que estudia el origen, circulación y distribución del recurso agua en la superficie terrestre (Béjar, 2004). La hidrología tiene importancia en el planteamiento del uso de los recursos hidráulicos y se ha convertido en parte fundamental de los proyectos de ingeniería que tienen que ver con el suministro de agua, disposición de agua servidas, drenaje, protección contra la acción de ríos y recreación. Además, que, durante el ciclo hidrológico, una proporción importante de la precipitación pluvial regresa a la atmósfera por medio de la evapotranspiración, mientras que el resto es escorrentía superficial en corrientes y cuerpos de agua siguiendo la conformación del relieve; o bien se infiltra al subsuelo como agua subterránea (CONAGUA, 2019).

En el presente apartado se describen las condiciones hidrológicas del área del proyecto, teniendo como base la división en las aguas superficiales y subterráneas.

- **Hidrología superficial.**

El predio del proyecto se encuentra dentro de la Región Hidrológica RH33 - Yucatán Este (Quintana Roo). Esta Región se enmarca geográficamente entre las coordenadas 17° 49´a 20° 12´de latitud norte y entre los 87° 30´y los 89° 27´de longitud oeste. Colinda al occidente con las Regiones Hidrológicas No. 30 y 31, y al norte con la No. 32; hacia el oriente está limitada por el mar Caribe y hacia el sur por una línea que está definida por la Bahía de Chetumal, por el límite nacional con

Belice en un tramo de límite natural constituido por el río Hondo y enseguida por el límite con Belice y Guatemala. Cuenta con 2 subregiones hidrológicas que se definen como RH33-A y RH33-B, con una superficie de 21,037 km2 y 18,782 km2, respectivamente; la subregión RH33-A cuenta con cinco subcuencas, mientras que en la subregión RH33-B se localizan 3 subcuencas constituidas por áreas planas.

De dichas cuencas y subcuencas, el predio del proyecto se ubica en la Cuenca "Bahía de Chetumal y Otras" (33A) y en la subcuenca "Bahía de Chetumal". La Cuenca Bahía de Chetumal y Otras se ubica al sureste del estado, abarca 34.76 % de su territorio; limita al este con el mar Caribe y la Bahía de Chetumal, al sur con Belice y Guatemala, y al noreste con Cuencas Cerradas (33B). Tiene una temperatura media anual de 26 °C, y una precipitación de entre 1,100 y 1,500 mm, con cinco rangos de escurrimiento superficial: 0 a 5%, ocupa mayor porcentaje de superficie y se distribuye en toda la cuenca; 5.1 a 10%, principalmente cerca de las bahías del Espíritu Santo, Ascensión y Chetumal; 10.1 a 15% en la parte este; 15.1 a 20% en la zona noreste y algunos polígonos aislados con valor de 20.1 a 25% al este de la cuenca. La cobertura vegetal es abundante y presenta formación de numerosas zonas pantanosas hacia el oriente y sur de la cuenca. Carece de corrientes superficiales de importancia, la excepción son algunos arroyos intermitentes como el Escondido y Ucum, pero abundan lagunas, entre las que sobresalen las de Bacalar, San Felipe, Mosquitero y Chile Verde (Herrera y Heredia, 2011).

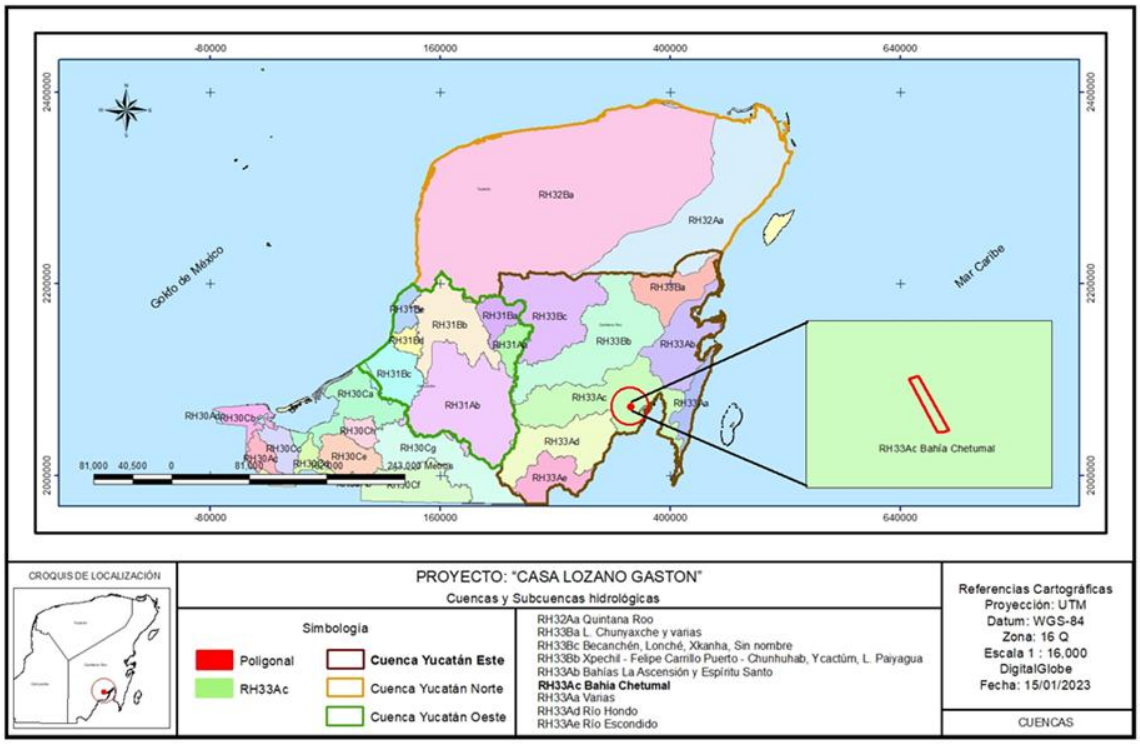


Imagen IV. 20. Hidrología en el predio del proyecto.

- **Hidrología subterránea.**

En el 2007 Quintana Roo disponía en promedio de 6,187.2 hectómetros cúbicos (hm_3)$_1$ de agua al año, lo que lo ubica en el cuarto lugar nacional y, por ende, como uno de los estados con disponibilidad alta. El volumen de agua concesionada en ese mismo año fue de 459.8 hm_3; de los cuales 20.2% se destinaron a las actividades agrícolas,$_2$ 19.8 % fueron para abastecimiento público, y 60% de uso industrial y auto abastecimiento (Herrera, 2011).

Dadas las características geológicas y topográficas de la región, el uso de las aguas superficiales para abastecimiento público es poco significativo, ya que representa solamente 0.2 % de la extracción anual, y el restante 99.8 % proviene de fuentes subterráneas, 2,640 pozos, también conocidos como aprovechamientos (Herrera, 2011).

En Quintana Roo existen tres acuíferos para la administración del agua de acuerdo con la división nacional, de los cuáles, el predio del proyecto se ubica en el denominado Península de Yucatán.

Dicho acuífero barca una superficie de 124,409 kilómetros cuadrados, comprendiendo totalmente al Estado de Yucatán y casi la totalidad de los estados de Campeche y Quintana Roo, con excepción de la porción sur centro de la Península, que corresponde a los acuíferos Cerros y Valles del Estado de Quintana Roo y Xpujil, del Estado de Campeche.

El acuífero Península de Yucatán, clave 3105, está formado por calizas y depósitos de litoral. Se trata de un acuífero libre, costero, kárstico, muy permeable y notablemente heterogéneo con respecto a sus propiedades hidráulicas. Debido a la presencia de la cuña de agua marina que subyace al acuífero, el espesor saturado de agua dulce es reducido, de aproximadamente 30 metros, aunque se incrementa hacia tierra adentro.

Las rocas calizas constituidas por conchas y esqueletos de organismos se caracterizan por poseer altos valores de porosidad y permeabilidad primarias, es decir, la que se originó con la sedimentación o formación de la roca, mientras que los estratos de caliza masiva presentan baja porosidad y permeabilidad primarias. A través del tiempo, estas características originales han sido notablemente modificadas por fracturamiento, disolución y abrasión, dando lugar a la porosidad y permeabilidad secundaria elevadas y cuya distribución es muy irregular, tanto en sentido horizontal, como vertical a causa del errático curso y variado tamaño de los conductos.

El acuífero presenta un notable desarrollo kárstico, al que se debe su gran permeabilidad secundaria, con espectaculares manifestaciones en la superficie como cenotes y dolinas de gran tamaño, cuya alineación está asociada a debilidades estructurales. En el área de lomeríos, la red de drenaje subterráneo está menos desarrollada.

La elevada precipitación pluvial, la gran capacidad de infiltración del terreno y la reducida pendiente topográfica favorecen la recarga del acuífero Península de Yucatán, clave 3105. La recarga es más abundante en la llanura, gracias a que la cobertura del suelo es muy delgada y al gran desarrollo kárstico superficial de las rocas calcáreas, factores que permiten la infiltración casi total del agua de

lluvia; mientras que la recarga es comparativamente menor en el área de lomeríos, donde la caliza está cubierta por una capa de suelo arcilloso que obstaculiza la infiltración.

La descarga natural del acuífero está integrada por la transpiración de la vegetación, por la evaporación de agua freática que aflora en los cenotes y por el flujo subterráneo que escapa al mar a lo largo de la costa. Tales condiciones de descarga han persistido casi inalteradas hasta la fecha, debido a que la explotación del acuífero no ha modificado significativamente la posición natural de los niveles del agua subterránea, a pesar de que el acuífero se explota a través de varios miles de alumbramientos. Por ello, en general los ecosistemas vinculados con el agua subterránea no han sido afectados ni modificados.

El acuífero es extremadamente vulnerable al deterioro de la calidad del agua subterránea por ascenso de agua salada asociada a la cuña de intrusión marina y por contaminación originada por actividades humanas.

Tiene una disponibilidad media anual de 2,842.7 metros cúbicos, considerando el volumen de agua concesionado e inscrito en el Registro Público de Derechos de Agua al 04 de enero de 2018. Aunque la disponibilidad no es un factor limitante, el riesgo de salinización del agua subterránea, hace indispensable controlar la extracción en la totalidad de la superficie del acuífero, para prevenir el deterioro de la calidad del agua subterránea.

4.3.2. Medio biótico.

El medio biótico se refiere a todos los organismos vivos que interactúan con otros organismos vivos, refiriéndonos a la fauna y la flora de un lugar específico, así como también a sus interacciones y a las relaciones establecidas en un ecosistema, y que además condicionan su existencia. Los componentes bióticos presentan características fisiológicas y un comportamiento específico que les permita sobrevivir y reproducirse dentro de un ambiente con otros factores bióticos. El compartir un ambiente da como resultado una competencia entre los factores bióticos, y se compite ya sea por alimento, por espacio, etc.

a) Uso de suelo y Vegetación del predio.

De acuerdo con los datos vectoriales de uso de suelo de vegetación de la SERIE VII (INEGI 2018), em el predio del proyecto se encuentra dentro de la vegetación de tipo Selva Mediana Subperennifolia con características secundarias.

La selva mediana subperennifolia se constituye de arbóreos con alturas que van de 4-7 m, con estrato arbustivo, herbáceo, gran cantidad de trepadoras y epífitas, suelo calizo, somero con roca aflorante y relativamente con poca materia orgánica.

Conforme a los datos del INEGI, esta selva está dominada en el estrato arbóreo de los 12 a los 30 metros por Chicozapote (*Manilkara zapota*), ramón (*Brosimum allicastrum*), amapola (*Pseudobombax ellipticum*), caoba (*Swietenia macrophylla*), huaya (*Talisia olivaeformis*); en el estrato de los 7 a los 12 metros están los elementos de: ts'its'ilche (*Gymnopodium antigonoides*), box catsim (*Acacia gaumeri*), chaká (*Bursera simaruba*), y en los estratos menos a 5 metros abundan:

cordoncillo (*Piper sp.*), palma xiat (*Chamaedorea sp*.), tanché (*Ardisia escallonioides*). Ik'iche (*Erythroxylum rotundifolium*) que es una planta endémica de la península. En el estrato herbáceo abundan los helechos (*Pteridium aquilinum*).

Sin embargo, la carta de uso de suelo y vegetación reflejada en Programa de Ordenamiento Ecológico local del municipio de Bacalar, en su etapa de caracterización, menciona que la zona del proyecto se encuentra dentro de una zona denominada para asentamientos humanos (AH) y rodeada de una zona Agrícola Pecuaria y Forestal (APF), por presentar aprovechamiento de alguno de estos tipos de uso.

- **Tipo de vegetación por afectar.**

No obstante, se realizó una clasificación supervisada, mediante la ejecución de recorridos en campo para la delimitación de las superficies y muestreo de flora, así mismo, se empleó la ayuda de la visualización de imágenes satelitales en el Google Earth, donde se muestra la poligonal presenta mayor cobertura vegetal a la descrita por el SIGEIA, lo anterior, debido a que la capa de uso de suelo y vegetación (USV) SERIE VII, se encuentra a una escala de 1:250,000, lo que genera un margen de error mayor, provocando que la cobertura vegetal en áreas pequeñas, no sea considerada.

Respecto a la vegetación en el predio del proyecto, al momento de ser adquirido por el promovente, este se encontraba completamente urbanizado y presentaba vegetación herbácea y arbustiva, con algunos árboles de talla grande dispersos en el predio y que serán integrados al diseño del paisajismo del proyecto; en general está inmerso en un ecosistema de vegetación secundaria fraccionado.




Vegetación secundaria presente en el predio en donde se pretende construir el proyecto.

- **Descripción del método de muestreo.**

Debido a la superficie del predio y al desarrollo existente en los predios aledaños se determinó realizar un censo del arbolado dentro del predio teniendo como resultado un censo florístico dentro del predio para el estrato arbóreo y para el estrato arbustivo y herbáceo el muestreo fue de 3 sitios de 100 m^2 y de 5 m^2, tomando en cuenta criterios técnicos basados en el levantamiento de datos de campo.

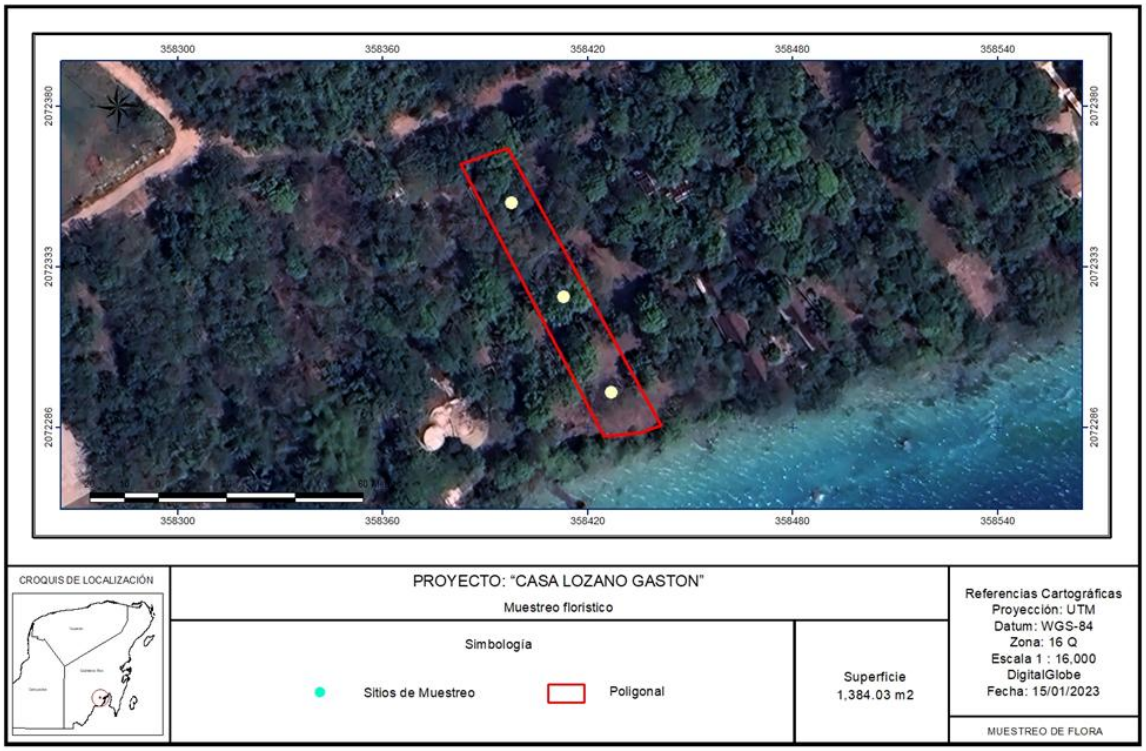


Imagen IV. 21. Distribución espacial de las unidades de muestreo en el predio del proyecto.

Para determinar la estructura y composición florística del ecosistema que se distribuye en el predio, primeramente, la vegetación fue caracterizada de acuerdo con criterios fisonómicos, para ello se realizó el análisis de la carta de usos de suelo y vegetación de la Escala 1: 250,000 Serie VII de INEGI 2018. A partir de estas, se determinó la presencia de los patrones de distribución de la vegetación, mismos que fueron corroborados durante un extenso recorrido de campo a través del cual se pudo constatar que la vegetación está compuesta por Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Mediana Subperennifolia.

El censo realizado para el estrato arbóreo cubre la totalidad del predio estudiado, proporcionando información completa de las existencias reales en toda la extensión estudiada, eliminando la necesidad de extrapolar resultados, como se hace cuando el muestreo no cubre completamente la zona de estudio. Por otro lado, la vegetación corresponde principalmente al estrato arbustivo con mayor presencia de *Gymnopodium floribundum*; y la altura mínima de 4 m perteneciente a la especie de *Thouinia paucidentata,* la mayor parte de los individuos su desarrollo se encuentra entre los 4 a 4.5 metros de altura; *Thounia paucidentata.* Entre las especies con más valor de importancia se encuentran.

El muestreo se llevó a cabo de acuerdo a lo señalado en el Manual del Curso Técnicas de Inventarios Forestales Aplicados en Selvas Tropicales[13], así mismo, en el Manual sobre Principios, Métodos y aparatos para Toma de Datos en un Inventario Forestal2[14] adecuándolo a las necesidades de

[13] Curso-Taller de actualización para prestadores de servicios técnicos forestales. Instituto Nacional de Investigadores Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), publicación electrónica Núm. 1, Chetumal, Quintana Roo junio de 2010.
[14] Secretaria de Agricultura y recursos hidráulicos, Subsecretaria de Desarrollo y Fomento Agropecuario y Forestal.

muestreo capaces de recoger de manera eficiente características determinantes de los ecosistemas forestales tales como composición, estructura de tamaños, estratificación vertical, proporción de claros que presenta el dosel, presencia de árboles aun cuando aparecen en baja densidad, además de otras fuentes importantes de heterogeneidad relacionadas al estado del suelo y la presencia sobre el de materiales diversos. Muchos de estos elementos se escapan del muestreo cuando este se realiza a partir de parcelas de mayor o menor tamaño.

La zona de estudio se ha distribuido de manera que se abarquen los principales tipos de masas forestales presentes en el área de estudio.

- **Forma de los sitios.**

Dada la poca presencia del estrato arbóreo en el predio se realizó un censo para el análisis dasonómico de la vegetación.

Para los estratos arbóreo y arbustivo, se llevó a cabo el muestreo de todos los individuos enraizados con diámetro del tallo o fuste medidos a 1.30 metros del suelo (DAP) mayor a 10 cm, para el estrato arbustivo se realizó el muestreo de todos los individuos de 2 a 9.9 cm de diámetro. En la unidad de 4 m² se registran los individuos de la regeneración menores de 2 cm de diámetro para el estrato herbáceo.

Para el arbolado de talla mayor a 10 cm de diámetro, se realizó el marcado de cada individuo con numeración seguida y obteniendo el registro de la clave o nombre común de la especie, el diámetro del tallo medidos a 1.30 metros del suelo, sin importar si se encontraban deformes, torcidos o inclinados, se tomó la altura total hasta el ápice de los individuos. En las subunidades de muestreo de 100 m² se registró el número de individuos juveniles, así como la clave o nombre común de la especie, el diámetro del tallo medidos a 1.30 metros del suelo y la altura total. Mientras que en las subunidades de 4 m² sólo se registra el nombre de la especie y la altura de cada individuo herbáceo.

- **Variables dasométricas (Diámetro normal, altura de fuste limpio y total, etc.).**

Para el levantamiento de los datos se implementó el censo y los sitios con la siguientes características, el primero que es para el levantamiento de datos del arbolado con diámetros ≥ a 10 cm de diámetro normal y se utilizó un censo por la poca presencia de estos, el segundo muestreo se realizó para el registro de datos para el estrato arbustivo donde se incluyen datos de arbolado con diámetros > a 2 cm y < 10 cm de diámetro normal, este muestreo se realizó en 100 m^2 y en un cuadrado de 4 m^2 se registraron las especies de regeneración.

- **Toma de información en campo**

Los sitios de muestreo se ubicaron de manera seleccionada y de manera que fueran representativos del tipo de vegetación donde también se encuentra el área del predio. Para cada sitio de muestreo, la vegetación fue dividida en estratos de acuerdo a sus dimensiones y hábitos de crecimiento para agilizar el muestreo. Posterior al levantamiento se procedió a separar los datos por forma de vida, dividiéndolo en 4 siendo: arbórea, arbustiva, herbáceas y Epífitas y/o cactáceas, con el objetivo de

poder analizar en grupo a las principales formas de vida encontradas. Las características de cada uno son las siguientes:

Arbórea: se consideraron todos aquellos individuos que presentaron son plantas leñosas perenne con un solo tronco principal o, en el caso del monte bajo con varios tallos, que tengan una copa más o menos definida (DOF, 11/04/2022). Además de esto se consideraron a los individuos de árboles que por su etapa de desarrollo no pueden ser consideradas como maderables y que tienen porte de renuevo.

Arbustiva: Plantas leñosas perenne con una altura que sobrepasa generalmente los 0.5 metros, pero no alcanza los 5 metros a su madurez y sin un sólo vástago principal, ni una copa definida (DOF, 11/04/2022). Aquí se consideran los individuos de especies que en su mayor estado de desarrollo son arbustivas pero que en el momento del levantamiento tienen porte bajo.

Suculentas: Las suculentas son plantas que almacenan agua en sus hojas, tallos o raíces, lo que les permite adaptarse a ambientes áridos y sobrevivir en condiciones de sequía. Estas plantas tienen una apariencia única y se han vuelto populares tanto en jardines como en espacios interiores. Algunas suculentas comunes incluyen cactus, crasas, aloe vera, etc.

Herbáceo: se consideraron aquellos individuos que no presentaron lignificación (Rzedowski, 2006). Dentro de este estrato se considerarán sólo las que por su descripción taxonómica son herbáceas.

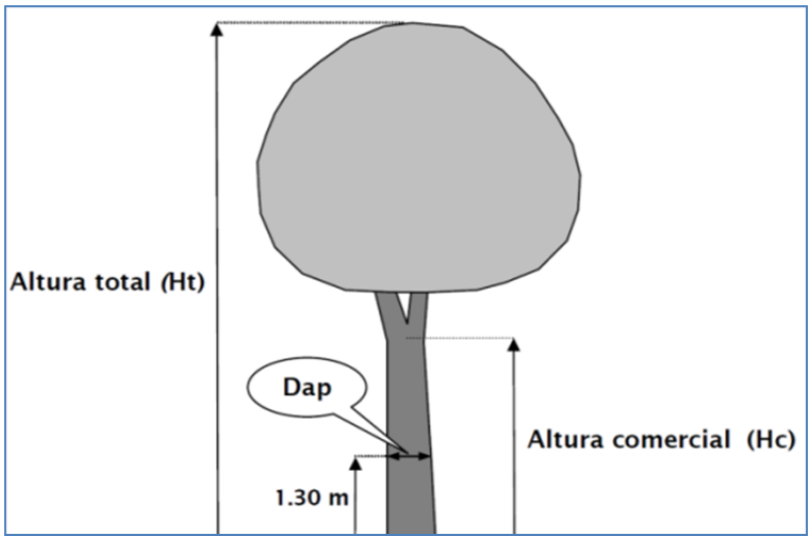
Por cada sitio de muestreo se realizó lo siguiente:

- Toma de la coordenada central de cada sitio circular, las cuales se registraron en formato UTM, utilizando el DATUM WGS84 (con un error aproximado de + - 5 m). Asimismo, se colocaron estacas de madera para ubicar el centro del sitio.
- Marcado árboles con aerosol, donde se anotó el número correspondiente al árbol en turno (1, 2, 3, ...) y el sitio correspondiente, esto con el fin de poder identificar la especie y verificar sus datos dasométricos en una visita de supervisión.
- Registro por nombre científico de todos los elementos arbóreos, arbustivos, herbáceos, epífitas y/o cactáceas, palmas y trepadoras y/o enredaderas.
- Para cada árbol se tomaron las siguientes variables: abundancias, diámetro normal (cm), altura (m) y diámetro de copa (m).
- Para los individuos de arbustivos se tomaron datos de abundancia, altura (m) y diámetro basal (cm).
- Para individuos de herbáceas se tomó datos de abundancia, cobertura y la altura (m).
- Para el caso de la forma de vida epífitas y/o cactáceas se tomó datos de abundancia, diámetro basal (cm) y la altura (m).
- Para las especies trepadoras y/o enredaderas se registraron datos de abundancia, cobertura (cm) y altura (m).

- En el caso de las palmas se registraron datos de abundancia, diámetro basal (cm) y la altura (m).




Levantamiento de datos dasonómicos.



Metodología para el levantamiento de los datos dasonómicos.

➢ **Resultados del inventario**

A través de los muestreos realizados a lo largo de las unidades de muestreo establecidas dentro del predio del proyecto, se registró 15 especies dentro del mismo.

Tabla IV. 47. Resultados de los muestreos.

Familia	Género	Especie
12	15	15

A continuación, se presenta la base con las especies encontradas dentro del área del predio del proyecto para la vegetación de VSa/SMQ, no se encontraron especies presentes enlistadas dentro de alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla IV. 48. Listado florístico de las especies vegetales registradas en el predio del proyecto y su correspondiente forma de vida y categoría de protección.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	PROTECCION
Apocynaceae	*Cascabela gaumeri*	Akitz	Árbol	-
Polygonaceae	*Coccoloba cozumelensis*	Bob	Árbol	-
Burseraceae	*Bursera simaruba*	Chacah	Árbol	-
Rubiaceae	*Cosmocalyx spectabilis*	Chactecok	Árbol	-
Anacardiaceae	*Metopium brownei*	Chechem	Árbol	-
Polygonaceae	*Gymnopodium floribundum*	Dzidzilche	Árbol	-
Leguminosae	*Piscidia piscipula*	Jabín	Árbol	-
Anacardiaceae	*Spondias mombin*	Jobo	Árbol	-
Sapotaceae	*Pouteria campechiana*	Kaniste	Árbol	-
Sapindaceae	*Thouinia paucidentata*	Kanchunup	Arbustivo	-
Simaroubaceae	*Simaruba glauca*	Negrito	Árbol	-
Verbenaceae	*Lantana hirta*	Oreganillo	Arbustivo	-
Moraceae	*Brosimum alicastrum*	Ramón	Árbol	-
Salicaceae	*Zuelania guidonia*	Tamay	Árbol	-
Sapotaceae	*Manilkara sapota*	Zapote	Árbol	-

Con base en los resultados del muestreo de la vegetación, se determinaron algunos indicadores de la estructura y diversidad de las comunidades vegetales muestreadas, tal es el caso del índice de riqueza especifica de Margalef, el cual se utiliza para determinar la diversidad biológica de una comunidad con base en la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número total de individuos en la muestra analizada.

También se determinaron los índices de Shannon-Wiener y Simpson, mismos que indican el grado de equidad y dominancia respectivamente, de cada una de las especies que componen a la comunidad muestreada. Asimismo, se determinó el índice de valor de importancia (I.V.I.), el cual es de gran utilidad en la caracterización de las comunidades forestales, pues indica la importancia de cada especie dentro de la comunidad en función de su densidad, distribución y cobertura dentro de la superficie muestreada del predio.

La metodología utilizada para la determinación de los índices ya mencionados se describe minuciosamente en el apartado de este documento referente a la caracterización de la diversidad biológica.

A continuación, se llevará a cabo la distribución de los diferentes tipos de vegetación dentro del predio del proyecto, según los datos de muestreo.

- **Resultados de los valores obtenidos de Importancia Ecológica en el predio (VIR).**

Para calcular la densidad relativa, frecuencia relativa, dominancia relativa, el valor de importancia e índice de diversidad de Shannon–Wiener para el predio se utilizaron los datos obtenidos en el predio en donde se registran individuos de los estratos herbáceo, arbustivo y arbóreo. Dichos cálculos

corresponden a la superficie de ocupación del proyecto. El tamaño de cada unidad de muestreo consistió en una unidad de 100 m2 y 4 m2, y para el estrato arbóreo se realizó un censo de los individuos, la forma del muestreo fue iniciando dirección norte y siguiendo el sentido de las manecillas del reloj. Los parámetros que se establecieron para la toma de datos de cada unidad, con sus correspondientes subunidades de muestreo.

En el análisis de los índices de valor ecológico, se estimó cual es la especie con mayor peso ecológico, en cada condición y estrato, en las siguientes tablas de contenido se presenta el índice de valor de importancia por estrato, en el estrato herbáceo únicamente se suma la densidad relativa y la frecuencia relativa en virtud de que no se determinó la dominancia relativa.

De acuerdo con las fórmulas anteriores y con los datos del muestreo se calcularon los valores de importancia de las especies presentes en el sitio del Proyecto, los valores fueron separados por estratos para su análisis y descripción, en la Tabla siguiente se presentan los resultados del valor de importancia para el estrato arbóreo de la vegetación.

Tabla IV. 49. Valores de importancia del estrato arbóreo. La tabla indica los valores de importancia de las especies arbóreas registradas en el predio del proyecto.

ESPECIE	NOMBRE CIENTÍFICO	Abundancia	AB/Ind (m^2)	Frec.	D. Relativa	F. Relativa	Do. Relativa	IVI	IVIE
Boob	*Coccoloba cozumelensis*	1	0.023	1	2.63	11.11	0.73	14.47	4.825
Jabín	*Piscidia piscipula*	7	0.881	1	18.42	11.11	28.05	57.58	19.195
Jobo	*Spondias mombin*	2	0.171	1	5.26	11.11	5.45	21.82	7.273
Kaniste	*Pouteria campechiana*	5	0.352	1	13.16	11.11	11.22	35.49	11.829
Negrito	*Simaruba glauca*	1	0.016	1	2.63	11.11	0.50	14.24	4.747
Oreganillo	*Lantana hirta*	3	0.213	1	7.89	11.11	6.77	25.77	8.591
Ramón	*Brosimun alicastrum*	15	1.184	1	39.47	11.11	37.70	88.28	29.427
Tamay	*Zuelania guidonia*	1	0.083	1	2.63	11.11	2.64	16.38	5.461
Zapote	*Manilkara sapota*	3	0.218	1	7.89	11.11	6.95	25.96	8.652
TOTAL		**38**	**3.141**	**9**	**100.00**	**100.00**	**100.00**	**300.00**	**100.00**



Figura IV. 12. Valor de importancia del estrato arbóreo. Se representan las especies que componen el estrato arbóreo de acuerdo con su valor de importancia.

Las especies con mayor valor de importancia en este estrato: Ramón (*Brosimun alicastrum*), son propias de ecosistemas de una vegetación de selva mediana subperennifolia; y especies como el Boob (*Coccoloba cozumelensis*) que se encuentran con valores de importancia menores, estas especies típicas de vegetación secundaria en proceso de recuperación.

Las especies que obtuvieron los valores más altos son las que cuentan con mayor densidad y cobertura, presentando una amplia distribución en comparación con las demás especies ya que están presentes en la mayoría de los sitios muestreados y en el predio.

Los valores de importancia del estrato arbustivo reflejan una dinámica de componentes semejante a la del estrato arbóreo, ya que la densidad y dominancia relativas son los factores de mayor peso para las especies con altos valores de importancia, mientras que la frecuencia relativa se observa como factor determinante sólo en las especies con menor valor de importancia (Tabla IV. 50 y Figura IV. 13).

Tabla IV. 50. Valores de importancia del estrato arbustivo. La tabla indica los valores de importancia de las especies arbustivas registradas en el predio.

ESPECIE	NOMBRE CIENTÍFICO	Abundancia	AB/Ind (m^2)	Frec.	D. Relativa	F. Relativa	Do. Relativa	IVI	IVIE
Chactecok	*Sickingia salvadorensis*	1	0.003	1	16.67	20.00	12.25	48.92	16.306
Dzidcilche	*Gymnopodium floribundum*	1	0.006	1	16.67	20.00	24.23	60.90	20.300
Kanchunup	*Thouinia paucidentata*	4	0.016	3	66.67	60.00	63.52	190.18	63.394
TOTAL		**6**	**0.025**	**5**	**100.00**	**100.00**	**100.00**	**300.00**	**100.00**

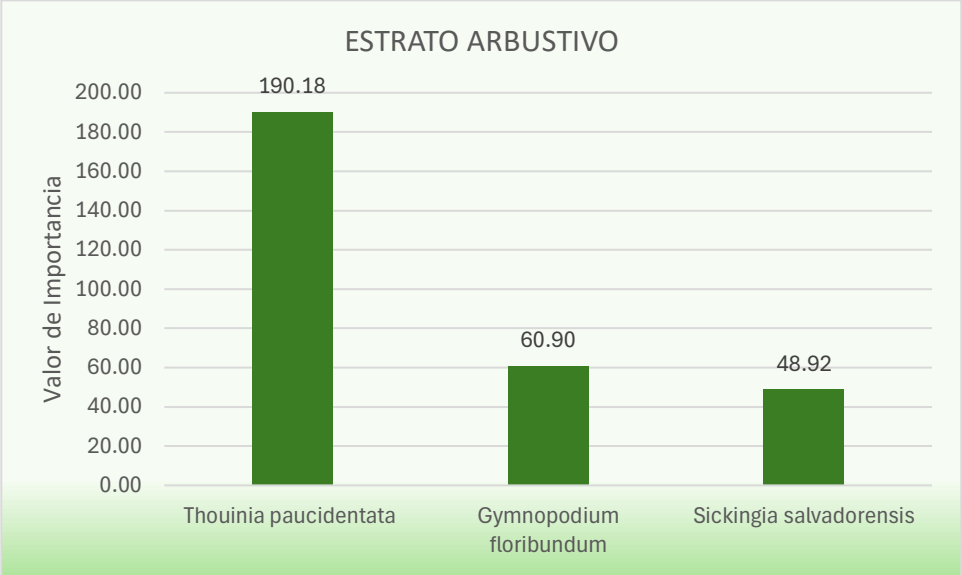


Figura IV. 13. Valor de importancia de las especies presentes en el estrato arbustivo. La especie *Thouinia paucidentata* presentó mayor valor de importancia (190.18).

Por el valor de importancia relativa, se reconoce que en el estrato arbustivo de esta vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia destacan especies características de las primeras etapas de la regeneración natural posterior a afectaciones naturales y antropogénicas como: *Thouinia paucidentata* con 190.18 y Dzidcilche (*Gymnopodium floribundum*) con 60.90.

En último lugar en cuanto a valor de importancia, se encuentra que la especie de *Sickingia salvadorensis,* según Miranda (1964) esta especie se establece como vegetación secundaria de selvas medianas subperennifolia, la presencia de la misma es un indicador de que la selva aún se encuentra en un proceso sucesional. Los valores de importancia del estrato arbustivo reflejan una dinámica de componentes semejante a la del estrato arbóreo, ya que la densidad y dominancia relativas son los factores de mayor peso para las especies con altos valores de importancia, mientras que la frecuencia relativa se observa como factor determinante sólo en las especies con menor valor de importancia.

se presentan los valores de importancia relativa (VIR) de las especies que se registraron en el estrato herbáceo que corresponde a plántulas e individuos juveniles que presentaron alturas totales menores de 1 metro, registradas en las unidades de muestreo de 4 m^2. En total se registraron 4 especies que se localizaron en el estrato de herbáceas.

Tabla IV. 51. Valor de Importancia Relativa (VIR). Estrato herbáceo del predio del proyecto.

ESPECIE	NOMBRE CIENTÍFICO	Abundancia	Frec.	D. Relativa	F. Relativa	IVI	IVIE
Ramón	*Brosimum alicastrum*	1	1	25.00	50.00	75.00	37.50
Chechem	*Metopium brownei*	3	1	75.00	50.00	125.00	62.50
TOTAL		**4**	**2**	**100.00**	**100.00**	**200.00**	**100.00**

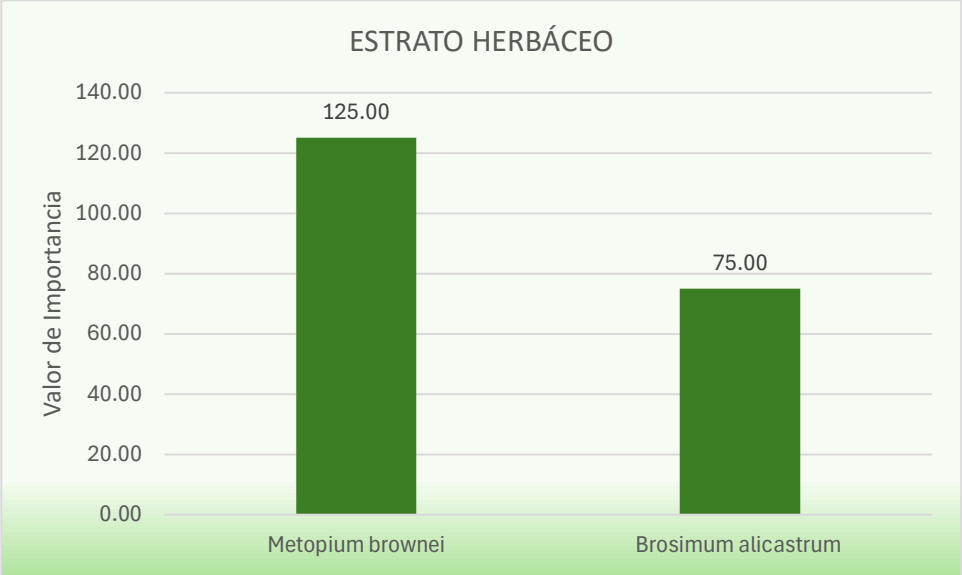


Figura IV. 14. Valor de importancia de las especies presentes en el estrato herbáceo. La especie *Metopium brownei* presentó mayor valor de importancia (125).

Por el valor de importancia relativa, se reconoce que en el estrato herbáceo de esta vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia destacan especies características de las primeras etapas de la regeneración natural posterior a afectaciones naturales y antropogénicas como: *Metopium brownei* con 125.

- **Valor de diversidad florística (H') de la vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia.**

Se analiza la diversidad de especies por estrato para observar la variación de la riqueza y la abundancia de las especies de los grupos diamétricos registrados en las unidades de muestreo. Para este análisis se utilizó el índice de Shannon Wiener (H'), este índice refleja la relación entre riqueza y uniformidad (Magurran, 1988; citado por Moreno C., 2002).

Fórmula para calcular el índice de Shannon Wiener (H'):

$$H'=-\sum pi \ln pi$$

Donde: H'= contenido de la información de la muestra.

Pi=proporción de la muestra que pertenecen a la especie i.

Para conocer la distribución de los individuos entre las especies registradas por grupo diamétrico se calculó el índice de Equidad de Pielou (Moreno, 2001).

Índice de Equidad de Pielou.

$$E= H/Hmax,$$

Donde:

E=Equidad

H=Diversidad de especies

Hmax = Diversidad de especies máxima= logS y log2S

Los factores ambientales y antropogénicos que han afectado al área se analizaron para evaluar el estado actual de la vegetación del predio de estudio. 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.

De esta forma, el índice se expresa como H' y contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia). Este índice normalmente se refiere con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 1 y 5. Excepcionalmente puede haber ecosistemas con valores mayores (bosques tropicales, arrecifes de coral) o menores (algunas zonas desérticas). Entre mayor es el índice, mayor es la diversidad.

En las siguientes tablas de contenido, se presentan los valores de diversidad de especies (Índice de Shannon-Wiener) en los tres estratos de la vegetación de las especies registradas en las unidades de muestreo que corresponden al predio de estudio. La equitatividad (E) puede entenderse como que: tan uniformemente están distribuidos los individuos entre las especies (Newman, 2003). Esto es, refleja la distribución de individuos entre especies (Clements y Newman, 2002). Se puede medir comparando la diversidad observada en una comunidad contra la diversidad máxima posible de una comunidad hipotética con el mismo número de especies.

Los resultados de la prueba nos indican que el estrato herbáceo presenta una baja diversidad ya que el valor encontrado fue de 0.562 y su equitatividad fue de 0.811, lo que muestra que los individuos se encuentran bien distribuidos, entre las diferentes especies que componen este estrato.

Tabla IV. 52. Diversidad (H'), equidad de las especies por estrato. Estrato herbáceo.

Nº	ESPECIE	Nombre científico	Abundancia	Pi	LN(Pi)	Pi * LN(Pi)
1	RAMON	*Brosimum alicastrum*	1	0.250	-1.386	-0.347
2	CHECHEM	*Metopium brownei*	3	0.750	-0.288	-0.216
TOTAL			**4**	**Riqueza**		2
				H'		0.562
				H' max		0.693
				Equidad Pielou (J')		0.811

Para el estrato arbustivo se registraron 3 especies, la diversidad de acuerdo con el índice de Shannon-Wiener resultó con un valor de 0.868, dicho valor corresponde a una diversidad baja.

Considerando que este índice toma en cuenta la abundancia de especies y que tan uniforme se encuentran distribuidas, el valor del índice de equidad resultó en 0.790, lo que muestra que los individuos se encuentran igualmente distribuidos entre de las diferentes especies que componen dicho estrato.

Como se aprecia en la siguiente tabla, la especie con mayor abundancia fue *Thouinia paucidentata* con 4 individuos registrados, como se aprecia en la siguiente tabla.

Tabla IV. 53. Índices de diversidad de arbustivas en el área del proyecto.

Nº	ESPECIE	Nombre científico	Abundancia	Pi	LN(Pi)	Pi * LN(Pi)
1	Chactecok	*Sickingia salvadorensis*	1	0.167	-1.792	-0.299
2	Dzidcilche	*Gymnopodium floribundum*	1	0.167	-1.792	-0.299
3	Kanchunup	*Thouinia paucidentata*	4	0.667	-0.405	-0.270
TOTAL			**6**	**Riqueza**		3
				H'		0.868
				H' max		1.099
				Equidad Pielou (J')		0.790

En el estrato arbóreo se registraron 9 especies, la diversidad de acuerdo con el índice de Shannon-Wiener resultó con un valor de 1.788, lo cual indica que para el estrato arbóreo en la vegetación secundaria de SMQ se presenta una diversidad baja.

Considerando que este índice toma en cuenta la abundancia de especies y que tan uniforme se encuentran distribuidas, el valor del índice de equidad resultó en 0.814, lo que muestra que los individuos se encuentran bien distribuidos, entre las diferentes especies que componen este estrato, donde se aprecia a tres especies que destacan, siendo *Brosimun alicastrum, Piscidia piscipula* y *Pouteria campechiana,* las cuales presentaron la mayor abundancia, siendo de 15, 7 y 5 individuos, respectivamente, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla IV. 54. Índices de diversidad de la forma de vida arbórea en el área del proyecto.

Nº	ESPECIE	Nombre científico	Abundancia	Pi	LN(Pi)	Pi * LN(Pi)
1	Boob	*Coccoloba cozumelensis*	1	0.026	-3.638	-0.096
2	Jabín	*Piscidia piscipula*	7	0.184	-1.692	-0.312
3	Jobo	*Spondias mombin*	2	0.053	-2.944	-0.155
4	Kaniste	*Pouteria campechiana*	5	0.132	-2.028	-0.267
5	Negrito	*Simaruba glauca*	1	0.026	-3.638	-0.096
6	Oreganillo	*Lantana hirta*	3	0.079	-2.539	-0.200
7	Ramón	*Brosimun alicastrum*	15	0.395	-0.930	-0.367
8	Tamay	*Zuelania guidonia*	1	0.026	-3.638	-0.096
9	Zapote	*Manilkara sapota*	3	0.079	-2.539	-0.200
TOTAL			**38**	**Riqueza**		9
				H'		1.788
				H' max		2.197
				Equidad Pielou (J')		0.814

b) Fauna existente en el predio.

Actualmente la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) reporta que para el Estado de Quintana Roo existe una riqueza terrestre de 11 especies de anfibios, 56 de reptiles, 340 de aves, 43 de mamíferos terrestres, 8 de mamíferos acuáticos y 39 de mamíferos voladores. En el Estado el grupo de organismos más abundante son las aves, registrando aproximadamente 72 especies, de acuerdo con su presencia, distribución y abundancia que se ve favorecida principalmente por los diferentes tipos de hábitat que se presentan en el Estado y a la gran capacidad de adaptación que poseen estos organismos (Paynter 1955).

- **Descripción del método de muestreo.**

Se consideró realizar un trabajo de campo sistemático para registrar el mayor número de especies que ocupan el área; por lo que se llevaron a cabo campañas de campo enfocadas a la detección de posibles grupos faunísticos presentes, que son mamíferos menores, aves, anfibios y reptiles. Para el muestreo de las especies, se realizaron recorridos matutinos y vespertinos al interior del predio, aplicando la técnica de búsqueda activa que consiste en recorrer el área de interés a través de la vegetación, poniendo especial atención en localizar e identificar rastros de fauna tales como excretas, huellas, rascaderos y cualquier otra evidencia de su presencia. Se buscaron madrigueras, nidos y sitios que pudieran ser utilizados como refugio, bajo piedras, troncos y ramas en el estrato arbustivo y herbáceo existente. Esta técnica se reforzó con el método de observación directa o análisis ocular, teniendo por objeto identificar con mayor precisión a individuos de las especies faunísticas presentes en el sitio del proyecto.

En los siguientes apartados se muestran las técnicas de muestreo y registro utilizadas para caracterizar la fauna dentro del predio bajo estudio, así como también las especies consideradas en alguna categoría de conservación de acuerdo con la normatividad ambiental y otros ordenamientos vigentes aplicables. A continuación, se presentan las metodologías aplicadas para cada grupo de fauna del área de estudio:

Con el fin de conocer de manera precisa las especies de vertebrados presentes en el predio se procedió a realizar una valoración de la fauna silvestre. Durante 3 días se aplicó un recorrido para conocer las especies existentes en el predio. Primeramente, se realizó un recorrido de prospección para la valoración del terreno y puntos de probable presencia de la fauna; mientras que en los días siguientes se realizaron los muestreos utilizando los métodos que a continuación se describen.

A continuación, se describen los métodos de campo empleados para el registro de los distintos grupos de vertebrados considerados en este estudio prospectivo.

Anfibios y reptiles:

Se llevó a cabo un método combinado de búsqueda y detección. Este método permite desarrollar una vista de especies de un tipo de hábitat, para lo cual se realizaron búsquedas en microhábitats para la identificación de especies.

No se realizaron capturas ni sacrificios de organismos, ya que el objetivo del estudio implicó únicamente la identificación en campo de estos, por lo que se recurrió únicamente al método de observación directa.

Se realizaron recorridos a pie, diurnos, a lo largo y ancho del predio, para registrar todos los anfibios y reptiles observados.

Se llevó a cabo una búsqueda de anfibios y reptiles en los microhábitats en todo el predio, revisando con cobertura herbácea, piedras de regular tamaño, huecos, troncos, etc.

Durante los recorridos a través del área sé trataron de observar huellas características que dejan algunos organismos al desplazarse. Así También se buscaron algunas señales que indican la presencia de estos organismos, tales como cuevas, mudas, restos óseos, etc.

Todas estas técnicas empleadas permiten verificar la ocurrencia (presencia) de especies en el área y son las más recomendadas pare tal efecto.

Aves:

Se empleó el método de observación directa. Este método permite desarrollar una lista de especies en un tipo de hábitat. Se realizaron también registros de ejemplares observados durante todos los trabajos de campo relativos a flora. EI objetivo de este estudio es registrar la ocurrencia (presencia) de las especies en el área, para lo cual la técnica empleada de observación directa cumple tal fin.

EI método utilizado por observación directa corresponde tanto a observaciones con ayuda de binoculares y fotografías. Toda la información fue verificada con la ayuda de guías de identificación de aves.

Mamíferos:

Se utilizó el método de observación directa, detección y seguimiento de rastros y huellas. Estos métodos permiten identificar la presencia de diversas especies en un tipo de hábitat.

Dada la sensibilidad de los mamíferos para percibir la presencia humana por el olfato u oído, estos huyen o se esconden rápidamente, lo cual dificulta o imposibilita su observación, siendo pocos (o quizá ninguno) los que se logran ser observados y/o identificados. Es por ello por lo que se recurre al método de muestreo a través de rastros y huellas. Muestreo por observación indirecta (a través de rastros): Considerando que un rastro es cualquier vestigio, señal o indicie que indicio la presencia y actividad, en este caso de un mamífero, cualquier rastro que pueda ser satisfactoriamente identificado a nivel especifico será una evidencia confiable de la presencia de una especie en un determinado lugar. EI uso de los rastros en este tipo de estudios cobra mayor relevancia con aquellas especies difíciles de observar directamente.

De todos los diferentes tipos de rastros que se pueden identificar en los mamíferos, las huellas o pisadas, que son las impresiones de manos y patas de los mamíferos en los terrenos por donde caminan, son las más importantes y utilizadas. Otro tipo de rastros que se utilizan para la identificación de los mamíferos son: excretas, senderos, mordeduras, sitios de descanso, marcas en

las plantas (orina, rasguños, mordeduras, etc.), señales y restos de alimentación, sonidos, olores, etc.

Cabe señalar que se siguió la metodología descrita lo más apegado posible, sin embargo, debido a lo afectado del predio y por el desarrollo de diferentes infraestructuras en los predios aledaños, no se observó ningún ejemplar de mamífero.

- **Caracterización.**

1. **Parámetros evaluados.**

Riqueza de especies. Para conocer la riqueza de las especies, con el fin de que representen de manera homogénea los fragmentos de vegetación presentes al interior del predio. Durante la aplicación de las metodologías ya descritas, se anotaron las especies que eran observadas dentro y fuera del predio. Así mismo se consideraron datos sobre registros indirectos como es el caso de huellas, excretas, madrigueras, entre otros con el fin de poder confirmar la presencia del mayor número de especies.

Abundancia. Expresada como el número total de individuos encontrados en un área determinada.

Densidad e índice de abundancia relativa. La densidad de las diferentes especies se refleja cómo número de individuos por unidad de área.

Asimismo, dichos datos sirvieron para la realización de las estimaciones de los índices de diversidad de Shannon-Wienner (H') y equidad de Pielou (J) por grupos de fauna silvestre, tomando en cuenta lo siguiente:

Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'): es uno de los índices más utilizados para determinar la diversidad de especies un determinado hábitat. Porque considera que los individuos son muestreados al azar y todas las especies están representadas en las muestras (Moreno 2001). Este índice se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$H'=-\sum pi \ln pi$$

Dónde:

H' = Índice de Shannon-Wiener

Pi = Abundancia relativa

Ln = Logaritmo natural

Índice de Equidad de Pielou (J): mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988). El índice de equidad se calcula de la siguiente manera:

$$J = H'/H' \text{ máx}$$

Dónde:

J= Índice de equidad de Pielou

H'= Índice de diversidad de Shannon-Wiener

H' máx.= Ln (S)

S= Número de especies

Los datos de los muestreos de campo fueron capturados en una base de datos en Excel para posteriormente obtener datos de composición, estructura y diversidad por grupos de fauna silvestre.

Los resultados más importantes de estos muestreos se pueden observar a continuación:

2. Resultados.

Los resultados más importantes en cuanto a la composición, estructura y diversidad de la fauna silvestre registrada en el predio es el siguiente:

A través de los muestreos se pudo registrar un total de 9 especies de fauna silvestre distribuido en 9 géneros, perteneciente a 7 familias. La riqueza específica registrada en el predio se encuentra conformada por 2 especies de reptiles y 7 aves, tal como a continuación se puede observar.

A continuación, se presenta los resultados por grupos de vertebrados.

Anfibios.

Los anfibios representan el eslabón entre la vida en el medio acuático y la adaptación a la vida terrestre; por lo que, estos tienen requerimientos muy específicos para su sobrevivencia y reproducción. Debido a que los muestreos se realizaron en época de secas, no se encontró ningún individuo.

Reptiles.

Se verifico la presencia de 2 especies de reptiles dentro los sitios de muestreo. Estos registros representan el 22.2% de todos los registros obtenidos. A continuación, se presenta los resultados de la estimación de las abundancias, densidades y la diversidad de las especies:

Tabla IV. 55. Abundancias totales, frecuencia de aparición y densidad de las especies de reptiles verificadas al interior del predio.

No.	ESPECIE	ABT	DEN	Pi	Ln (Pi)	H'=-(Pi) x Ln (Pi)
1	*Ctenosaura similis*	1	20.83	0.25	-1.3863	0.3466
2	*Holcosus undulatus*	3	62.5	0.75	-0.2877	0.2158
TOTAL		**4**	**83.33**	**Riqueza (S)**		2
				H' calculada		0.56
				H' Máxima = Ln (S)		0.69
				Equidad (j) 0 H Max		0.81

ABT: abundancia total; DEN: densidad por hectárea; (pi): abundancia relativa LN: logaritmo natural; H´: formula de Shannon Wiener.

Como se puede observar la especie *Holcosus undulata* presentó la mayor abundancia con 3 individuos registrados en el muestreo y una densidad de 62.50 ind/ha.

En lo que respecta a la especie presente en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se registró la especie Amenazada (*Ctenosaura similis*).

Este grupo faunístico presenta una distribución de J´=0.81, con el cual se puede decir que la presencia de especies dominantes dentro de este grupo es alta. La máxima diversidad que puede alcanzar el grupo de los reptiles en nuestra área de estudio es de 0.69 y la H´ calculada fue de 0.56, lo que nos indica que nuestro grupo faunístico se encuentra prácticamente lejos de la máxima diversidad esperada dentro del predio.

Estas dos especies son muy comunes en la Península de Yucatán y de amplia distribución (Lee, 2000).

Aves.

Dentro de los puntos de conteo trazados dentro del predio fueron registradas 7 especies de aves, tal como a continuación se puede observar:

Tabla IV. 56. Abundancias totales, densidad de las especies de aves verificadas al interior de los puntos de conteo.

No.	ESPECIE	ABT	DEN	Pi	Ln (Pi)	H'=-(Pi) x Ln (Pi)
1	*Columbina talpacoti*	7	8.25	0.1522	-1.8827	0.2865
2	*Cyanocorax yucatanicus*	15	17.68	0.3261	-1.1206	0.3654
3	*Mimus gilvus*	6	7.07	0.1304	-2.0369	0.2657
4	*Quiscalus mexicanus*	12	14.15	0.2609	-1.3437	0.3505
5	*Icterus gularis*	2	2.36	0.0435	-3.1355	0.1363
6	*Myiozetetes similis*	2	2.36	0.0435	-3.1355	0.1363
7	*Tyrannus melancholicus*	2	2.36	0.0435	-3.1355	0.1363
TOTAL		**46**	**54.23**	**Riqueza (S)**		7
				H' calculada		1.68
				H' Máxima = Ln (S)		1.95
				Equidad (j) 0 H Max		0.86

ABT: abundancia total; DEN: densidad por hectárea; (pi): abundancia relativa LN: logaritmo natural; H´: formula de Shannon Wiener.

Como se puede observar, las especies con mayor abundancia fueron: *Cyanocorax yucatanicus, Quiscalus mexicanus y Columbina talpacoti* con valores de 15, 12 e individuos en el registro y con las mayores densidades de entre 17.68, 14.15 y 8.25 ind/ha.

Es importante mencionar, que dentro del área de estudio no fue registrada especie alguna catalogada bajo algún estatus de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. Con respecto a las especies endémicas a la provincia biótica de la Península de Yucatán fue registrada 1 especie: *Cyanocorax yucatanicus*.

Por otra parte, la máxima diversidad que puede alcanzar este grupo en nuestra área de estudio es de 1.95 y la H´ calculada fue de 1.68, lo que nos indica que nuestro grupo faunístico se encuentra cerca de alcanzar la máxima diversidad esperada dentro del predio. Este grupo poseen una distribución de J´=0.86, con el cual se puede decir que la presencia de especies dominantes dentro de este grupo es reducida.

Todas estas especies resultan ser muy comunes de las selvas tropicales de la Península de Yucatán (Howell y Web, 1995) y a pesar de algunas de ellas suelen ser avistadas en la mayoría de las ocasiones en áreas con mayor grado de recuperación y conservación, también, se han adaptado en fragmentos con vegetación semiabierta y de sucesiones secundarias en etapas tempranas de recuperación.

Mamíferos.

Se tiene conocimiento de la presencia de 1 especie de mamífero: el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), mediante entrevista con los habitantes de la zona.

Especies existentes en el predio. Proporcionar nombres científicos y comunes y destacar aquéllas que se encuentren en alguna categoría de riesgo según la NOM–059–SEMARNAT–2010, en veda, en el calendario cinegético, en otros ordenamientos aplicables (CITES; convenios internacionales, etcétera) en el área de estudio y de influencia, o que sean especies indicadoras de la calidad del Ambiente.

3. Especies en la NOM. 059-SEMARNAT-2010.

No se observaron especies que están bajo algún estatus de protección de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-O59-SEMARNAT-2010.

En cuanto a las especies catalogadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, fue registrada la presencia de una especie, una amenazada (*Ctenosaura similis*). En cuanto a especies endémicas se verificó la presencia de 1 de ellas: *Cyanocorax yucatanicus*.

4.3.3. Diagnóstico integral de las condiciones ambientales del predio (basado en la información descrita en los incisos a y b).

El sistema ambiental que se describe es el medio en el cual se desarrolla el proyecto en la actualidad, se entiende como la suma y la sinergia de los componentes, bióticos (flora y fauna) y los componentes abióticos (suelo, aire, agua y topografía). De acuerdo con esta definición y a la descripción propuesta de las condiciones abióticas podemos realizar un diagnóstico de la situación ambiental del predio en su área de influencia directa (área donde se realizan las actividades humanas y las obras descritas) y el área de influencia indirecta (como afectara a predios aledaños).

- **Análisis de la flora encontrada**

Estrato arbóreo. Los resultados del inventario forestal al interior del predio; arrojan un diámetro promedio de 15 cm para las especies que componen éste estrato, siendo el diámetro mayor registrado con un individuo de 55 cm correspondiente a la especie *Brosimum alicastrum* por lo que

fue el único individuo existente mayor de 55 cm de diámetro, en tanto que el diámetro menor fue de 10 cm correspondiente a las especies de *Thouinia paucidentata, Gymnopodium floribundum y Sickingia salvadorensis* los individuos que integran este estrato presentan un follaje reducido por lo que el dosel generalmente no se encuentra completamente cerrado. La altura promedio que se encontró del arbolado es de 6.1 metros, siendo la altura máxima registrada en los sitios de muestreo de 10 metros correspondiente a la especie de *Piscidia piscipula*; mientras que la altura menor registrada fue de 1.5 metros correspondiente a un individuo de la especie *Brosimum alicastrum*, en este estrato se encontraron 38 individuos con un área basal de 3.141 m^2, *Piscidia piscipula, Bursera simaruba y Coccoloba cozumelensis*.

Estrato arbustivo. Este estrato se encuentra compuesto por individuos jóvenes de las distintas especies que componen la vegetación, donde la mayoría presentan diámetros menores a 10 cm, aunque ninguna rebasa dicho diámetro. Se trata de individuos jóvenes delgados algunos de rápido crecimiento que se encuentran entremezclados con los individuos arbóreos distribuidos de manera dispersa en el predio; por lo que este estrato se encuentra en su entorno natural dominando por el estrato arbustivo.

Se puede observar que la altura promedio es de 5.08 metros, siendo la altura máxima registrada de 7.0 m correspondiente a la especie de *Gymnopodium floribundum*; y la altura mínima de 4 m perteneciente a la especie de *Thouinia paucidentata,* la mayor parte de los individuos su desarrollo se encuentra entre los 4 a 4.5 metros de altura, se estimó un total de área basal de 0.025 m^2/ha.

Estrato herbáceo. Se trata del estrato mejor representado compuesto generalmente por un alto número de individuos, esto es, debido principalmente a los espacios que existen para el crecimiento de plántulas durante el proceso de regeneración natural, que en este aspecto se incluyen plantas de regeneración. La altura promedio de este estrato no va más allá de un metro. Entre las especies con mayor importancia se encuentran en estadio herbáceo tenemos *a Metopium brownei y Brosimum alicastrum entre otras especies.*

Por lo anterior, podemos concluir que el predio por su ubicación y conformación artificial 80´s, no forma parte de un ecosistema forestal y tampoco cumple con los requisitos de un terreno forestal, conforme a la LGDFS[15], por lo que se trata de un terreno diverso a lo forestal y que por ende no es aplicable el inciso VII Art. 28 de la LGEEPA[16].

- **Análisis de la fauna encontrada.**

De acuerdo con los resultados presentados se puede indicar que la mayoría de las especies verificadas dentro del predio se consideran especies generalistas y sin necesidades específicas para la alimentación, reproducción y anidación. Muchas de estas especies han sido descritas como comunes de las selvas tropicales, incluidas las selvas bajas y medianas, en algunos de los casos están asociadas a selvas con cierto avance de recuperación (Reid, 1997; Brito-Castillo, 1998; Howell y

[15] Ley General de Desarrollo Forestal sustentable
[16] Ley general del equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente

Webb, 1998; Lee, 2000; Chable-Santos, et al., 2006; Gonzalez-Martinez, 2006; Chable-Santos, 2009; HerreraGonzález, 2009; Chable-Santos y Sosa-Escalante, 2010.

Por otra parte, a pesar de que muchas de estas especies son más frecuentes de observar en selvas con algún grado de recuperación como acahuales, muchas veces presentan una gran capacidad para adecuarse a selvas con etapas tempranas de recuperación. En mucho de los casos estas especies pueden llegar a adaptarse a fragmentos reducidos de selvas y con un alto grado de perturbación como son las áreas cercanas a las zonas urbanas y rurales (Reid, 1997; Brito-Castillo, 1998; Howell y Webb, 1998; Lee, 2000; Chable-Santos, et al., 2006).

- **Conclusiones particulares.**

El área de desplante corresponde 221.9805 m^2, mismos que representan el 16.04% de la superficie total del predio, por lo que se puede concluir que la afectación al componente vegetal será mínima, considerando que las medidas de mitigación de los impactos serán permanentes en el área, debido a la perturbación previa, así como las actividades que tienen lugar en el área y sus colindancias, de igual forma el sitio del proyecto y su área de influencia directa no conforman alguna zona de reproducción y/o alimentación significativa de fauna terrestre relevante o en riesgo, debido a la perturbación previa, así como las actividades que tienen lugar en el área y sus colindancias, se considera que las especies de fauna utilizan el área como zona de paso. Por lo tanto, la afectación que pudiera tener la implementación del proyecto sobre ellas será mínima.

El predio por su ubicación y conformación artificial 80´s, no forma parte de un ecosistema forestal y tampoco cumple con los requisitos de un terreno forestal, conforme a la LGDFS, por lo que se trata de un terreno diverso a lo forestal y que por ende no es aplicable el inciso VII Art. 28 de la LGEEPA.

Por otro lado, las zonas de reproducción y/o anidaciones importantes del Estado de Quintana Roo, así como los ANPs, Corredores Biológicos, AICAS, Zonas RAMSAR de importancia se encuentran en dirección este y sur respecto al predio.

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

5.1. Metodología para evaluar los impactos ambientales.

Metodología para evaluar los impactos ambientales. Para la evaluación de los impactos ambientales generados durante el proyecto, se utilizará el método evaluación sistemática de impactos ambientales utilizando indicadores homogéneos del instituto Batelle-Columbus propuesto por V. Conesa F., 1997, junto con la Matriz de Leopold.

La ventaja de este método radica en que conjuga las cualidades del método cuantitativo de Batelle Columbus con el método cualitativo de Leopold.

La Matriz se elaboró de la siguiente manera: Para construir la Matriz causa – efecto propuesto por Leopold, en las columnas se ubicaron las diferentes actividades a realizar durante las etapas de preparación de sitio, construcción y operación del proyecto, y en las filas se ubican los factores físicos, biológicos y socioeconómicos que se verán impactados durante el proyecto.

A esta Matriz se le incorporó la valoración cualitativa propuesta por V. Conesa de la importancia y magnitud de los impactos generados durante el proyecto, tanto positivos como negativos.

5.1.1. Indicadores de impacto.

De acuerdo con M. T. Esteban (1984), llamamos Indicador de Impacto Ambiental, al elemento o concepto asociado a un factor que proporciona la medida de la magnitud del impacto, al menos en su aspecto cualitativo y también, si es posible, el cuantitativo.

Para el presente proyecto se identificaron indicadores de impacto del tipo Biótico, Fisicoquímico, y Socioeconómico, así mismo se tomó en cuenta que cumplan con los requisitos de ser:

- **Representativos**. - Del entorno afectado
- **Relevantes**. - Por la significación de la información que aportan
- **Excluyentes**. - Ya que no se sobrepone a ningún otro indicador
- **Cuantificables**. - Por ser medibles cuando es posible
- **Fácilmente Identificables**. - De un modo claro y preciso

5.1.2. Criterios y metodologías de evaluación.

A continuación, se enlistan los diferentes factores bióticos, fisicoquímicos y socioeconómicos más representativos del entorno afectado.

Tabla V. 01. Factores ambientales del proyecto.

Tipo factor	Medio	Factor
Biótico	Flora	Terrestre
	Fauna	Terrestre
	Paisaje	Relieve
		Apariencia visual

Tipo factor	Medio	Factor
Abiótico	Agua	Superficial
		Subterránea
	Suelo	Erosión
		Características fisicoquímicas
		Drenaje vertical
		Estructura del suelo
	Atmosfera	Calidad del aire
		Visibilidad
		Estado acústico natural
Socioeconómico	Social	Bienestar social
	Económico	Empleo regional

5.1.3. Criterios y metodologías de evaluación.

La valoración cuantitativa del impacto ambiental incluye la transformación de medidas de impactos en unidades inconmensurables a valores conmensurables de calidad ambiental, y la suma ponderada de ellos para obtener el impacto ambiental total. Una vez identificadas las acciones y los factores ambientales que serán impactados, la matriz de Leopold nos permitirá obtener una valoración cualitativa y cuantitativa de los impactos ambientales.

Con el fin de minimizar la subjetividad que pudiera presentarse al momento de evaluar los impactos generados, se analizó de manera individual cada acción o aspecto generador de impacto ambiental, y se le asignaron dos criterios de carácter cualitativo, magnitud e importancia, a los cuales les fue asignado valores que permitan cuantificarlos:

Después de haber asignado un valor cuantitativo a los impactos por actividad, se obtuvo un promedio, el cual permite identificar de manera más sencilla los impactos significativos, así como aquellos que deben ser prevenidos, mitigados o compensados, como también permite identificar los beneficios que el proyecto traerá consigo a la comunidad.

Criterios

Naturaleza del impacto. - Hace referencia a si la actividad deteriora o mejora las características del componente ambiental, esto es, si el impacto es positivo (+) o negativo (-).

Importancia del impacto. - para asignar un valor cuantitativo a la importancia del impacto generado, se asignó un valor basándose en una escala del 1 al 10 en orden de menos importante a más importante, también se estableció una palabra clave para cada nivel de significancia, los cuales son:

Insignificante. - Se asignan valores de 1 cuando el impacto modifica un componente ambiental de modo tal que su persistencia en el tiempo no se ve mayormente afectada o cuando incide sobre recursos que ya han sido previamente afectados o que son relativamente abundantes.

Significante. - Se asignan valores de 2 cuando el impacto implica cambios considerables sobre el componente ambiental afectado de modo tal que su dinámica, estructura, representatividad y/o disponibilidad se ven modificados, pero sin alterar su viabilidad o persistencia

Muy significativo. - Se asignan valores de 3, cuando el impacto conlleva a una pérdida total del recurso, o cuyos efectos implican un cambio radical en la estructura y/o dinámica del componente ambiental receptor.

Magnitud del impacto. - Este criterio hace referencia a la dimensión espacial sobre la cual el impacto puede tener efecto alguno. Para cuantificar la magnitud, se asignó una escala de 1 a 3 según el área sobre la que potencialmente puede influir el impacto.

Magnitud 1 (Menor). - Efectos se perciben a una distancia menos a 100 m de la fuente del impacto.

Magnitud 2 (Medio). - Los efectos se perciben en un radio de 1 Km de la fuente.

Magnitud 3 (Mayor). - El área de afectación es más grande de 1 Km de la fuente.

Matriz Modificada de Leopold:

A continuación, se anexa la matriz de causa -efecto de Leopold elaborada para el presente proyecto:

Tabla V. 02. Matriz de interacción simple del proyecto

Simbología de la Matriz de Leopold			Preparación de sitio						Construcción																Ocupación			Mantenimiento					
(M) Magnitud	1	Menos	Desmonte y despalme			Trazo y nivelación			Cimentación y excavaciones			Levantamiento de muros de carga			Construcción de losas			Instalaciones eléctricas hidráulicas e hidrosanitarias			Sistema de tratamiento de aguas residuales			Manejo de residuos urbanos			Mantenimiento de vivienda			Mantenimiento biodigestor		
	2	Medio																															
	3	Mayor																															
(I) Importancia	1	Insignificante																															
	2	Significante																															
	3	Muy significante																															
-	Impacto negativo																																
+	Impacto positivo																																
T	Valor total del impacto (T=M/I)																																
Tipo Factor	**Medio**	**Factor**	**M**	**I**	**T**	**M**	**I**	**T**	**M**	**I**	**T**	**M**	**I**	**T**	**M**	**I**	**T**	**M**	**I**	**T**	**M**	**I**	**T**	**M**	**I**	**T**	**M**	**I**	**T**	**M**	**I**	**T**	**M**	**I**	**T**
Biótico	Flora	Terrestre	-1	2	-0.5			0			0			0			0			0			0	1	2	0.5			0	1	1	1			0
	Fauna	Terrestre	-1	1	-1			0			0			0			0			0			0			0			0			0			0
	Paisaje	Relieve	-1	2	-0.7			0	-1	1	0			0			0			0			0			0			0			0			0
		Apariencia visual	-1	2	-0.5	-1	1	-1	-1	2	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	1	1	1	1	1			0	1	1	1			0			0
Abiótico	Agua	Superficial	-1		0			0			0			0			0	1	2	0.5	1	2	0.5	1	1	1	-1	1	-1	-1	2	-0.5			
		Subterránea	-1		0			0			0			0			0	1	1	1	1	2	0.5	1	1	1	1	1	1	1	3	0.3			
	Suelo	Erosión	-1	2	-0.5			0	-1	1	-1			0			0			0	-1	1	-1			0			0			0			
		Características fisicoquímicas	-1		0			0			0			0			0			0	-1	1	-1	1	1	1			9	1	2	0.5			
		Drenaje vertical	-1	2	-0.5			0			0			0	1	2	0.5	1	2	0.5	1	2	0.5	1	1	1			0	1	2	0.5			
		Estructura del suelo	-1	2	-0.5	-1	1	-1			0			0			0	-1	1	-1			0			0			0			0			
	Atmosfera	Calidad del aire			0			0	-1	1	-1	-2	1	-2	-2	1	-2			0			0			0			0			0			
		Visibilidad			0			0	-1	1	0	-1	1	0	-1	1	0			0			0			0			0			0			
		Estado acústico natural			0			0	-2	2	-1	-2	2	-1	-2	2	-1	-1	1	-1	-1	1	-1			0			0			0			
Socioeconómico	Social	Bienestar social			0			0			0			0			0			0			0	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
	Económico	Empleo regional	1	2	0.5			0	1	2	0.5	1	2	0.5	1	2	0.5	1	2	0.5	1	2	0.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
Valor promedio por etapa			**-0.189**						**-0.100**																**0.400**			**0.228**						

En la siguiente tabla se presenta el resumen de los valores de los impactos identificados.

Tabla V. 03. Matriz de identificación de impactos ambientales

			Preparación de sitio		Construcción					Ocupación	Mantenimiento	
			Desmonte y despalme	Trazo y nivelación	Cimentación y excavaciones	Levantamiento de muros de carga	Construcción de losas	Instalaciones eléctricas, hidráulicas e hidrosanitarias	Sistema de tratamiento de aguas residuales	Manejo de residuos urbanos	Mantenimiento de vivienda	Mantenimiento biodigestor
Tipo Factor	**Medio**	**Factor**	**T**	**T**	**T**	**T**	**T**	**T**	**T**	**T**	**T**	**T**
Biótico	Flora	Terrestre	-0.5	0	0	0	0	0	0.5	0	1	0
	Fauna	Terrestre	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Paisaje	Relieve	-0.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Apariencia visual	-0.5	-1	-1	-1	-1	1	1	0	1	0
Abiótico	Agua	Superficial	0	0	0	0	0	0.5	0.5	1	-1	-0.5
		Subterránea	0	0	0	0	0	1	0.5	1	1	0.3
	Suelo	Erosión	-0.5	0	-1	0	0	0	-1	0	0	0
		Características fisicoquímicas	0	0	0	0	0	0	-1	1	9	0.5
		Drenaje vertical	-0.5	0	0	0	0.5	0.5	0.5	1	0	0.5
		Estructura del suelo	-0.5	-1	0	0	0	-1	0	0	0	0
	Atmosfera	Calidad del aire	0	0	-1	-2	-2	0	0	0	0	0
		Visibilidad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Estado acústico natural	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0
Socioeconómico	Social	Bienestar social	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
	Económico	Empleo regional	0.5	0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1	1	1
Valor promedio por actividad			**-0.24**	**-0.13**	**-0.20**	**-0.23**	**-0.20**	**0.10**	**0.03**	**0.40**	**0.27**	**0.19**
Valor promedio por etapa			**0.22**		**-0.093**					**0.285**		

Los principales impactos negativos serán generados durante la etapa de construcción, siendo los más relevantes aquellos derivados del desmonte y despalme (-0.24), esto debido a la remoción de cobertura vegetal en el área destinada a construcción y a la posterior remoción de la capa superficial de suelo.

A estos impactos le siguen los generados por el levantamiento de muros de carga (-0.23), cimentación y excavaciones (-0.20) y construcción de losas (-0.20), ya que durante esta etapa la calidad visual del paisaje se verá impactada de manera negativa, así como la calidad del aire y la

visibilidad se verán comprometidas por el levantamiento de polvos y emisiones a la atmosfera proveniente de la maquinaria.

Sobre los impactos positivos, los principales son la implementación del sistema de tratamiento de aguas residuales (0.40) y las actividades de mantenimiento, tanto de la vivienda (0.27) como del biodigestor (0.19).

5.1.4. Descripción de impactos identificados

A continuación, se presentan aquellos impactos negativos generados durante las actividades del proyecto obtenidos mediante la Matriz de Leopold:

Tabla V. 04. Descripción de los impactos negativos identificados.

Actividad	Factor ambiental	Descripción	Valor
Desmonte y despalme	Flora terrestre	Se removerá la vegetación existente sobre el área de construcción.	-0.5
	Fauna terrestre	Los trabajos realizados ahuyentan a la fauna cercana.	-1
	Relieve	Durante el despalme se removerá la capa superficial de suelo del área de construcción.	-0.7
	Apariencia visual	La actividad impactará negativamente la apariencia estética del paisaje.	-0.5
	Erosión	La actividad tendrá un efecto erosivo sobre el área de construcción.	-0.5
	Drenaje vertical	La actividad provocará una mayor filtración de líquidos al subsuelo al remover la capa superficial de éste.	-0.5
	Estructura del suelo	La estructura del suelo se verá comprometida a causa del trabajo realizado.	-0.5
Trazo y nivelación	Apariencia visual	La actividad impactará negativamente la apariencia estética del paisaje.	-1
	Estructura del suelo	La estructura del suelo se verá comprometida a causa del trabajo realizado durante la nivelación.	-1
Cimentación y excavaciones	Apariencia visual	La actividad impactará negativamente la apariencia estética del paisaje.	-0.5
	Erosión	La actividad tendrá un efecto erosivo sobre el área de construcción.	-1
	Calidad del aire	La calidad del aire y la visibilidad se verán comprometidas por el levantamiento de polvos y emisiones a la atmosfera.	-1

Actividad	Factor ambiental	Descripción	Valor
	Estado acústico natural	La actividad generará ruido.	-1
Levantamiento de muros de carga	Apariencia visual	La actividad impactará negativamente la apariencia estética del paisaje.	-1
	Calidad del aire	La calidad del aire y la visibilidad se verán comprometidas por el levantamiento de polvos y emisiones a la atmosfera.	-2
	Estado acústico natural	La actividad generará ruido.	-1
Construcción de losas	Apariencia visual	La actividad impactará negativamente la apariencia estética del paisaje.	-1
	Calidad del aire	La calidad del aire y la visibilidad se verán comprometidas por el levantamiento de polvos y emisiones a la atmosfera.	-2
	Estado acústico natural	La actividad generará ruido.	-1
Instalaciones eléctricas, hidráulicas e hidrosanitarias	Estructura del suelo	La estructura del suelo se verá comprometida a causa del trabajo realizado.	-1
	Estado acústico natural	La actividad generará ruido.	-1
Sistema de tratamiento de aguas residuales	Erosión	La instalación del sistema tendrá un efecto erosivo sobre el área de construcción.	-1
	Características fisicoquímicas	Se pueden generar cambios en las características fisicoquímicas del suelo.	-1
	Estado acústico natural	La actividad generará ruido.	-1
Mantenimiento de vivienda	Agua Superficial	se requiere agua para las actividades	-1
Mantenimiento biodigestor	Agua superficial	se requiere agua para las actividades	-0.5

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

6.1. Descripción de las medidas o programas de mitigación o correctivas por componente ambiental.

6.1.1. Descripción de las medidas del elemento ambiental: FLORA.

Etapa	Preparación de sitio
Actividades	Desmonte y despalme
Impactos	Pérdida de cobertura vegetal sobre el área de construcción
• Aquellas áreas no destinadas a construcción, serán mantenidas como áreas verdes, conservando la vegetación natural de la zona. • El material procedente del despalme y nivelación será empleado en otras como jardines, desniveles, relleno u otros. • Deberá desmontarse únicamente la superficie vegetal necesaria y de acuerdo a lo autorizado para el proyecto. • Las áreas verdes recibirán mantenimiento de manera periódico, el cual asegure su permanencia y desarrollo. • Se sembrará vegetación nativa en los jardines. • No se realizará quema de ningún residuo vegetal. • No se introducirán especies exóticas al sitio.	
Efecto de ejecución de la medida	- Se conservará la flora de aquellas áreas donde no se realizarán trabajos de construcción. - El material procedente del despalme y nivelación será empleado en otras áreas como jardines, desniveles, relleno u otros. - Solo se verán afectadas las superficies destinadas a construcción. - Se evitará afectar innecesariamente el sistema ambiental.
Elemento de prueba	Registro fotográfico documental realizado en el sitio del proyecto por parte del promovente o su representante, donde se constata la implementación de las medidas propuestas.
Duración	Etapa de preparación de sitio; etapa de construcción

6.1.2. Descripción de las medidas del elemento ambiental: Fauna.

Etapa	Preparación de sitio
Actividades	Desmonte y despalme
Impactos	- Los trabajos realizados ahuyentan a la fauna cercana. - La fauna silvestre se verá perturbada por la afectación al hábitat.
Descripción de las medidas aplicables	
• El desmonte se realizará de manera paulatina. • Se prohíbe la extracción de fauna silvestre que pudiera encontrarse dentro del predio. • Evita el sacrificio de fauna que pudiera verse expuesta durante las actividades de construcción. • Realizar revisiones periódicas durante las diferentes etapas de construcción con el fin de ahuyentar a la fauna susceptible de verse afectada. • Únicamente se deberá afectar las áreas destinadas a la infraestructura del proyecto. • Se sugiere no habilitar limites físicos artificiales perimetrales al polígono del proyecto, los cuales impidan el libre tránsito de la fauna con las colindancias. • Se recomienda la construcción de cercas que en la parte inferior permita el paso de especies de fauna.	

• En la medida de lo posible se sugiere también el establecimiento de un cerco vivo con especies como la *Cordia sebestena* (siricote blanco).	
Efecto de ejecución de la medida	- Las especies de fauna silvestre podrán desplazarse hacia otras zonas que sean susceptibles de ser colonizadas. - Se evitará el sacrificio de ejemplares de fauna que se pudieran encontrar en el área de construcción. - Se evitará la extracción de ejemplares de fauna que pudieran encontrarse en el área de construcción.
Elemento de prueba	Registro fotográfico documental realizado en el sitio del proyecto por parte del promovente o su representante, donde se constate la implementación de las medidas propuestas.
Duración	Preparación de sitio; etapa de construcción.

6.1.3. Descripción de las medidas del elemento ambiental: PAISAJE.

Etapa	Preparación de sitio; Construcción
Actividades	Desmonte y despalme, trazo y nivelación, cimentación y excavaciones, levantamiento de muros de carga, construcción de losas.
Impactos	- Durante el despalme se removerá la capa superficial de suelo del área de construcción. - Las actividades impactarán negativamente la apariencia estética del paisaje.
Descripción de las medidas aplicables	
• Con el fin de producir un menor impacto en la calidad paisajística dentro del área del predio, se procurará realizar actividades de construcción solo en aquellas áreas destinadas para tal fin. • Durante el desmonte y despalme, se procurará mantener la vegetación nativa de aquellas áreas no destinadas a construcción. • Los jardines y demás áreas verdes recibirán un mantenimiento periódico para asegurar una mejor calidad paisajística del área.	
Efecto de ejecución de la medida	- Se provocará el menor impacto posible a la calidad paisajística de la zona. - Aquellas zonas no destinadas a construcción presentarán una vegetación nativa lo cual mejorará la calidad paisajística.
Elemento de prueba	Registro fotográfico documental realizado en el sitio del proyecto por parte del promovente o su representante, donde se constate la implementación de las medidas propuestas.
Duración	Preparación de sitio; etapa de construcción.

6.1.4. Descripción de las medidas del elemento ambiental: AGUA.

Etapa	Operación y mantenimiento
Actividades	Mantenimiento de la vivienda, mantenimiento del biodigestor.
Impactos	- Para realizar las actividades de mantenimiento de la vivienda así como del biodigestor, se requiere el uso de agua.
Descripción de las medidas aplicables	
ETAPA DE CONSTRUCCIÓN • Para evitar posible fugas de combustible y/o aceite por parte de los vehículos, se deberá constatar estos se encuentren en buenas condiciones, esto evitará la contaminación de los cuerpos de agua cercanos. • Solamente se empleará el agua necesaria según las necesidades durante la obra. • Los contenedores de agua empleados deberán encontrarse en buen estado de funcionamiento.	

• Las áreas que no estén destinadas a construcción deberán mantener vegetación nativa, esto con el fin de permitir la adecuada filtración de agua de lluvia. • Para evitar la contaminación del suelo y evitar la infiltración al subsuelo de líquidos contaminantes, no se realizará mantenimiento de vehículos o equipo en el área del predio, todo mantenimiento se realizará en talleres apropiados para este fin. • No se almacenarán combustibles, aceites, lubricantes o cualquier otro hidrocarburo en el predio. ETAPA DE OPERACIÓN • Se sugiere instalar llaves ahorradoras de agua, para evitar un uso irracional del recurso. • Para el sistema sanitario se recomienda instalar sistemas de bajo consumo de agua, para evitar el uso irracional del recurso. • Todas las aguas residuales de origen urbano generadas durante la etapa de operación, deberán ser canalizadas al sistema de tratamiento de aguas residuales. • Realizar el mantenimiento periódico del sistema de tratamiento de aguas residuales por parte de personal capacitado. • Realizar el retiro anual de lodos en el biodigestor por parte de una empresa especializada en manejo de este tipo de residuos.	
Efecto de ejecución de la medida	- Se evitará la contaminación del suelo y agua por aporte orgánico sin tratamiento. - Se evitará la propagación de enfermedades de origen sanitario. - Se evitará la contaminación del manto freático por sustancias peligrosas. - Se evitará el uso irracional del recurso agua. - Se controlará la calidad del agua residual que se reintegra al manto freático.
Elemento de prueba	Comprobante (facturas) de compra del equipo sugerido, así como de las empresas prestadoras del servicio de mantenimiento del sistema de tratamiento de aguas residuales, y de la empresa encargada del manejo y extracción de lodos provenientes del biodigestor.
Duración	Etapa de construcción; operación y mantenimiento.

6.1.5. Descripción de las medidas del elemento ambiental: SUELO.

Etapa	Preparación del sitio; construcción
Actividades	Desmonte y despalme, trazo y nivelación, cimentación y excavaciones, Instalaciones eléctricas, hidráulicas e hidrosanitarias.
Impactos	- Las actividades tendrán un efecto erosivo sobre el área de construcción - Las actividades provocarán una mayor filtración de líquidos al subsuelo al remover la capa superficial de éste. - La estructura del suelo se verá comprometida a causa del trabajo realizado. - Se pueden generar cambios en las características fisicoquímicas del suelo.
Descripción de las medidas aplicables	
• El material procedente del despalme y nivelación será empleado en otras áreas como jardines, desniveles, relleno u otros. • Para evitar la contaminación del suelo y evitar la infiltración al subsuelo de líquidos contaminantes, no se realizará mantenimiento de vehículos o equipo en el área del predio, todo mantenimiento se realizará en talleres apropiados para este fin. • No se almacenarán combustibles, aceites, lubricantes o cualquier otro hidrocarburo en el predio. • En caso de que por accidente se vertiese o derramase alguna cantidad de combustible, se colocará aserrín o charolas para absorberlo y así evitar la subsecuente contaminación del área. • En caso de contaminación accidental del suelo, ya sea originado por alguna fuga de combustible o aceite, se retirará la porción superficial de suelo afectado y éste se depositará en contenedores rotulados como residuo peligroso.	

Efecto de ejecución de la medida	- Se evitará la contaminación del suelo y la infiltración de contaminantes en éste.
Elemento de prueba	Registro fotográfico documental realizado en el sitio del proyecto por parte del promovente o su representante, donde se constate la implementación de las medidas propuestas.
Duración	Preparación del sitio; Etapa de construcción.

6.1.6. Descripción de las medidas del elemento ambiental: ATMOSFERA.

Etapa	Construcción
Actividades	Cimentación y excavaciones, levantamiento de muros de carga, construcción de losas, Instalaciones eléctricas, hidráulicas e hidrosanitarias, Sistema de tratamiento de aguas residuales.
Impactos	- La calidad del aire y la visibilidad se verán comprometidas por el levantamiento de polvos y emisiones a la atmosfera. - Las actividades generarán ruido
Descripción de las medidas aplicables	
• Se le dará mantenimiento previo a todos los vehículos, esto con el fin de asegurarse de que se encuentren en óptimas condiciones y de esta forma asegurar que las emisiones a la atmosfera sean lo más bajas posible. • Para evitar la emisión excesiva de ruido por parte de los vehículos y maquinaria, éstos deberán someterse a mantenimiento periódico en talleres adecuados para este fin. • El personal deberá contar con la protección auditiva necesaria durante las actividades que generen niveles altos de ruido. • Para evitar el levantamiento de polvos durante la etapa de construcción, se humedecerá el área de trabajo previamente.	
Efecto de ejecución de la medida	- Las emisiones de partículas a la atmosfera serán controladas y reducidas. - La calidad de las emisiones generadas por los vehículos y maquinaria serán controlados. - Se reducirá y controlarán las emisiones de ruido por parte de vehículos y maquinaria empleados. - Se prevendrá niveles de ruido que pudieran comprometer la salud de los trabajadores empleados durante la construcción
Elemento de prueba	• Comprobar que los vehículos fueron sometidos a verificación y mantenimiento previo. • Registro documental fotográfico del uso de equipos de protección auditiva por parte de los trabajadores.
Duración	Preparación del sitio; Etapa de construcción.

VII. PRONOSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

7.1. Pronósticos del escenario.

El predio del proyecto se encuentra en el municipio de Bacalar, cerca del centro de la localidad del mismo nombre, entre las principales actividades del área se encuentran los servicios turísticos y como zona recreativa, los predios cercanos a la zona del proyecto son utilizados como casas de verano.

El predio colinda en su zona este con la laguna de Bacalar. El agua que se requerirá durante las diferentes etapas del proyecto se obtendrá del abasto municipal, las cantidades de uso en la primera etapa (preparación del sito y construcción) serán mínimas y cuando se desarrolle la operación se incrementaran de manera poco significativa, ya que se requerirá para el mantenimiento y servicio de la casa.

EL área del proyecto presenta vegetación secundaria arbustiva propia de selva mediana subperennifolia en proceso de recuperación, la cual presenta evidencia de deterioro y perturbación del cual ha sido objeto debido a actividades antropogénicas.

El predio del proyecto se localiza en un área circundada por diferentes predios con construcciones y predios en desuso en las colindancias mediatas.

7.2. Escenario con proyecto sin medidas de mitigación.

El escenario ambiental que se espera con la terminación de la obra y su operación del proyecto, pero sin aplicar medidas de mitigación, se considera que será adverso, ya que la implementación del sistema de tratamiento de aguas residuales, la reforestación y la conservación de vegetación nativa durante la construcción, así como el mantenimiento durante la operación, son un factor clave en estos proyectos, para su conservación y la protección de los factores ambientales.

Sin la aplicación de medidas de mitigación se considera que el proyecto generará un decremento en el valor de los factores ambientales, pues al no darle mantenimiento a las instalaciones hidráulicas y sanitarias se infiltrarían aguas residuales al acuífero subterráneo, o se verterían lixiviados o sustancias al suelo, sin control.

7.3. Escenario con proyecto con medidas de mitigación.

Una vez analizado el escenario sin el proyecto y con el proyecto, pero sin la aplicación de las medidas, se puede presentar el escenario del proyecto con medidas de mitigación, para poder observar, como el proyecto, resulta benéfico, ambiental y socialmente, que a su vez redundará en el factor económico de la localidad. Lo anterior, debido a que las labores de mantenimiento y la aplicación de las medidas propuestas, mantiene el nivel de conservación de los factores ambientales, así como propicia la regeneración de la flora.

7.4. Programa de vigilancia ambiental.

El proyecto cuenta con la instrumentación necesaria para garantizar que los impactos por la operación del proyecto sean controlados, prevenidos y mitigados. Estos instrumentos se diseñaron con base en las necesidades propias del proyecto, a través de la instrumentación de diversas acciones, orientadas al cuidado del medio ambiente.

A partir de los criterios, lineamientos y reglas establecidos en los diferentes instrumentos normativos valorados en el Capítulo III de la MIA-P del proyecto, se ha determinado la implementación y ejecución de los siguientes programas. Es importante señalar que estos programas serán presentados a esta autoridad para su valoración y dictaminarían de manera posterior a la obtención de la autorización del proyecto, por lo que se pide que se soliciten de manera condicionando.

1. Programa de Rescate y Reubicación de Fauna.
2. Programa de Rescate y Reubicación de Flora.
3. Programa Integral de Manejo de Residuos Sólidos y Líquidos.

Para verificar el cumplimiento de las medidas de prevención, compensación y mitigación propuestas en la MIA-P del proyecto, se realizará la supervisión ambiental del proyecto de forma permanente en la etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto, las cuales estarán a cargo de un técnico debidamente capacitado y con la debida experiencia en el proceso de inspección o auditoría ambiental, quién realizará un recorrido por las diferentes áreas del proyecto, verificando que las obras y actividades autorizadas se realizan sin generar impacto ambiental significativo, contaminación ambiental o daño grave a los ecosistemas; que se están aplicando adecuadamente las medidas de mitigación ambiental propuestas; y, en general, que las actividades ocurren sin menoscabo de la calidad del entorno. Esta persona tendrá la capacidad de tomar decisiones importantes para detener cualquier actividad que este causando algún impacto ambiental no previsto, así como ordenar la aplicación de las medidas correctivas necesarias para el saneamiento de las áreas afectadas.

El Programa de vigilancia ambiental a implementar está basado en los impactos identificados en el presente estudio partiendo de criterios que permitan aplicarlo sistemáticamente para seguir y cuantificar el valor de las acciones a realizar, así como detectar posibles afectaciones durante la operación.

- Se establece un amplio contacto con los responsables de área, estableciendo revisión de las acciones que se deberán llevar a cabo de manera permanente.
- Se dará un curso de capacitación en donde los contenidos tengan relación con la importancia ecológica de la zona, así como las actividades que se deben desarrollar para reducir los impactos ambientales inherentes al proyecto.

- Se registrará en bitácoras la vigilancia que incluya la elaboración de los informes correspondientes al manejo de aguas residuales, ahorro y separación de residuos sólidos, que permitan dar a conocer los resultados de la supervisión efectuada.
- Se presentarán informes a las autoridades ambientales de acuerdo a lo que sea solicitado en los respectivos oficios de cumplimiento.

7.5. CONCLUSIONES.

De acuerdo con las características generales del proyecto, los estudios de campo realizados, la información recopilada y descrita en esta manifestación, así como derivado de la evaluación de impactos ambientales que ocasionará el proyecto, se puede resumir lo siguiente:

Aspectos Físico - Químicos.

- No se generará descargas de aguas residuales al manto freático, ya que se implementará un sistema de tratamiento de aguas residuales consistente en la instalación de un biodigestor con capacidad de 3,000 litros, un humedal artificial y un pozo de infiltración.
- La calidad del aire se verá poco afectada y de manera temporal debido a la poca utilización de equipos para realizar las diferentes etapas del proyecto.
- La emisión de partículas suspendidas producto de los trabajos del desmonte y despalme serán poco significativo, y de corta duración.

Aspectos biológicos - Ecológicos.

- La construcción de la obra no representa riesgo alguno para las poblaciones de especies protegidas.
- El área del predio representa por sí mismo un parche fragmentado de selva mediana subperennifolia, por lo que la construcción y puesta en marcha del proyecto mejorará la calidad paisajística de la zona, al ser acorde al paisaje urbano establecido para la UGA Tu-7 el cual es paisaje de tipo urbano.
- El desarrollo del proyecto evitará que las acciones antropogénicas sin control continúen deteriorando el ecosistema del sitio
- El sitio seleccionado no se encuentra dentro de áreas naturales protegidas o áreas terrestres prioritarias.
- El proyecto no interrumpirá algún corredor faunístico tomando en cuenta la similitud de las actividades que se realizan en terrenos adyacentes.
- Durante la etapa de preparación del sitio y construcción, se realizará la remoción vegetal de las áreas destinadas para la construcción de la casa, dejando sin afectar el resto del predio.

Aspectos Socioeconómicos.

- Se promoverá el uso de mano de obra regional durante todas las etapas del proyecto.

- Durante todas las etapas del proyecto se generará demanda de una amplia variedad de servicios e insumos.

Basándose en lo anterior, se considera favorable y factible el desarrollo del proyecto desde el punto de vista ambiental. Sin embargo, es importante que el promovente se asegure la correcta implementación de cada una de las recomendaciones y acciones de prevención, mitigación o compensación propuestas en la sección respectiva de este manifiesto.

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

8.1. Vinculación con los instrumentos normativos.

En el Capítulo III de la presente MIA-P, se realizó la vinculación del proyecto con los siguientes instrumentos de planeación, a efecto de atender los estatus, criterios, lineamientos que establecen:

- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA),
- Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA),
- Ley general de vida silvestre (artículo 60 Ther)
- Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región de Laguna Bacalar.
- Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.
- Normas Oficiales Mexicanas (NOM´s).

Adicionalmente es necesario realizar la vinculación del proyecto con los siguientes instrumentos administrativos:

- Áreas naturales protegidas:
- Sitios RAMSAR
- Regiones terrestres prioritarias
- Regiones marinas prioritarias
- Regiones hidrológicas prioritarias
- Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS)

También, se realizó la vinculación con las Normas Oficiales Mexicanas siguientes…

NOM-059-SEMARNAT-2010: Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestre-Categorías y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.

NOM-022-SEMARNAT-2003. Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar.

NOM-085-SEMARNAT-2011. Contaminación atmosférica-Niveles máximos permisibles de emisión de los equipos de combustión de calentamiento indirecto y su medición.

8.2. Caracterización ambiental.

Para la delimitación del SA se realizó una sobreposición de la capa del POET de la región de la Laguna de Bacalar a una imagen de satélite georreferenciada obtenida del programa Google Earth sobre la cual se había delimitado el área del proyecto.

El criterio básico fue la delimitación de la Unidad de Gestión Ambiental a la que pertenece el predio que es las Unidades de Gestión Ambiental (Tu-7) denominada “Costa Bacalar Norte” y (Ff-53) denominada “UT”. De manera adicional, se tomó como límite superior la carretera federal 307 Chetumal-Puerto Juárez, así como un camino de acceso que interrumpe la continuidad de los ecosistemas en la parte Oeste del sistema ambiental. Conforme a lo anterior, el sistema ambiental definido para el proyecto tiene una superficie de 227.783 ha.

8.2.1. Medio físico

Para descripción del medio físico, se tomó en consideración literatura publicada por fuentes oficiales como el INEGI, CONABIO, CONANP, CONAFOR, SEMARNAT, Universidad Nacional Autónoma de México, (UNAM), Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY), así como los estudios emitidos por las autoridad Local y Estatal, además se realizó una revisión exhaustiva de artículos científicos, informes y estudios realizados para la zona.

Adicionalmente se utilizaron la cartográfica publicada por el INEGI, CONABIO, CONANP, para la elaboración de las diferentes cartas temáticas presentadas en el Capítulo 4 de la presente MIA-P.

8.2.2. Medio biótico

Para la descripción de la vegetación y fauna presente en el Sistema Ambiental definido para el proyecto, se tomó de base la caracterización ambiental del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región de la Laguna de Bacalar, para le elaboración de los planos de vegetación y uso de suelo se tomó de referencia la serie VII del INEGI; mientras que para la zonificación y mapa de usos de suelo del predio, se realizó a partir

de un mosaico fotogramétrico construido con imágenes satelitales, obtenidas del programa SASPLANET versión 160707.9476 y así como con imágenes obtenidas del programa Google Earth Pro las cuales fueron georreferenciadas mediante ortofotos digitales adquiridas en el INEGI; se realizó la realización digital en el Programa ArcGIS versión 10.8, este mapa presenta un mayor detalle con relación a la carta de vegetación y uso de suelo serie VII del INEGI. Cabe señalar que la asignación de las unidades ambientales al mapa de uso de suelo y vegetación para el predio se reforzó con las visitas de campo. La vegetación y fauna del predio, se determinó en función la visita de campo con el cual se construyeron las listas de especies descritas en el presente MIA-P.

8.3. Metodología para identificar los impactos ambientales.

La identificación de los impactos ambientales es el paso más importante en la evaluación de impacto ambiental, y las técnicas de identificación de los impactos significativos conforman la parte medular de la metodología de evaluación.

En la literatura especializada se registran numerosas propuestas, algunas muy simples y otras sumamente estructuradas para la identificación de impactos. La metodología usada para realizar la identificación y evaluación de los impactos ambientales producto de la construcción del presente proyecto se basó en el documento denominado "Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental" (Espinoza, 2001), y fue a través de las técnicas convencionales de evaluación de impacto ambiental que se citan a continuación:

- **Listas de Chequeo**: Este método consiste en una lista ordenada de factores ambientales que son potencialmente afectados por una acción humana. Las listas de chequeo son exhaustivas. Su principal utilidad es identificar todas las posibles consecuencias ligadas a la acción propuesta, asegurando en una primera etapa de la evaluación de impacto ambiental que ninguna alteración relevante sea omitida.

  Las ventajas de las listas de chequeo están dadas por su utilidad para: a) estructurar las etapas iniciales de una evaluación de impacto ambiental, b) ser un instrumento que apoye la definición de los impactos significativos de un proyecto, c) asegurar que ningún factor esencial sea omitido del análisis, y d) comparar fácilmente diversas alternativas de proyecto. La principal desventaja de estas técnicas es que no permite definir o establecer las relaciones causa-efecto entre el proyecto y el medio ambiente y tampoco la identificación y evaluación de efectos sinérgicos.

- **Matrices de interacción**: Las matrices son métodos cualitativos que permiten evaluar las relaciones directas causa-efecto y el grado de interacción que puede existir entre las acciones de un proyecto y los componentes ambientales involucrados en el mismo. Las matrices de interacción son herramientas valiosas para la evaluación de impacto ambiental, ya que permiten no sólo identificar y evaluar los impactos producidos por un proyecto, sino valorar cualitativamente varias alternativas de un mismo proyecto y determinar las necesidades de la información para la evaluación y la organización de la misma. Sin embargo, el uso de éstas técnicas, presenta algunas desventajas que es importante considerar: a) las matrices con muchas interacciones son difíciles de manejar, b) no consideran impactos secundarios o de orden mayor e impactos sinérgicos y acumulativos, c) para la valoración de cada impacto identificado es asignado un mismo peso en términos de los atributos ambientales definidos (p. ej. magnitud e importancia) y d) los valores asignados a los atributos ambientales generalmente son definidos en escalas o valores relativos, por lo que es recomendable sustentarlos con el uso de índices o indicadores ecológicos, económicos, o normas técnicas.

8.4. Conclusiones.

El proyecto “CASA LOZANO GASTÓN” propone un desarrollo que se ejecutará de manera adecuada para evitar impactos negativos por malas prácticas, misma que se verá reflejado en la implementación de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas en el presente MIA-P

Por las características del proyecto y los resultados de su evaluación ambiental, se considera que este es viable de construir, toda vez que se trata de un desarrollo turístico que se llevará a cabo tomando las medidas necesarias para reducir los impactos previstos y coadyuvará con el cuidado al ambiente mediante la ejecución de buenas prácticas ambientales.

De manera resumida, se enlistan las principales razones del porque se considera viable el proyecto.

- Las obras y actividades que se plantean promueven el aprovechamiento del predio para la construcción de una vivienda de tipo residencial, cuya actividad es compatible con los usos condicionados que establece el POET de la Región de la Laguna de Bacalar.
- El proyecto ha descrito la forma en la que dará cumplimiento a los instrumentos normativos vigentes en materia ambiental con el fin de apegarse a las estrategias de protección del sistema ambiental.
- El proyecto generará impactos positivos relacionados con la generación de empleos temporales, el impacto sobre la economía regional, y el aumento del valor del suelo.
- Se considera que la mayor parte de los impactos ambientales negativos potenciales de generarse, son puntuales y de poca magnitud, y que además el proyecto propone una serie de medidas de mitigación que disminuyen los impactos previstos.

Con la implementación de la supervisión ambiental, se vigilará el cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas en el presente MIA-P., cuyas acciones serán presentadas en los informes de cumplimiento ambiental que se presenten ante la SEMARNAT y PROFEPA.

IX. BIBLIOGRAFIA.

Cabrera C.E., Sousa S.M. y Téllez V.O. 1982. Imágenes de la Flora Quintanarroense. Challenger A. 1999. Seminario, introducción a los servicios ambientales, INE SEMARNAT

Canter, L. W., 1998. Manual de evaluación de impacto ambiental: técnica para la elaboración de estudios de impacto. 2ª. Edición. Edt. McGraw-Hill – Interamericana. Madrid, España. 841 p.

CESOP (Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública), 2016. La morbilidad y la mortalidad en las entidades federativas de México en años recientes. En: http://www5.diputados.gob.mx/index.php/camara/Centros-de Estudio/CESOP/Estudios-e-Investigaciones/Documentos-de-Trabajo/Num.-213. La-morbilidad-y-la-mortalidad-en-las-entidades-federativas-de-Mexico-en-anos recientes. Consultado: Agosto, 2019.

CONAGUA. http://smn.cna.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica Acuerdo que adiciona la especificación 4.43 a la Norma Oficial Mexicana NOM 022-SEMARNAT-2003. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 7 de mayo de 2004.

CONAGUA (Comisión Nacional del Agua), 2002. Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Península de Yucatán, estado de Yucatán. En: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/103392/DR_3105.pdf. Consultado: Agosto, 2018.

CONAGUA (Comisión Nacional del Agua), 2012. Programa hídrico regional visión 2030: Región Hidrológico-Administrativa XII Península de Yucatán. En: http://www.conagua.gob.mx/conagua07/publicaciones/publicaciones/12-sgp-17 12py.pdf. Consultado: Agosto, 2018.

CONAGUA (Comisión Nacional del Agua), 2012. Estimación de los factores y funciones de la demanda de agua potable en el sector doméstico en México: Informe final. En: www.researchgate.net/profile/Gloria_Soto2/publication/274053633. Consultado: Octubre, 2018.

CONAGUA (Comisión Nacional del Agua), 2014. Estadísticas del Agua en México. En: http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/EAM201 4.pdf. Consultado: Agosto, 2018.

CONAGUA (Comisión Nacional del Agua), 2015. Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Península de Yucatán (3105), Estado de Yucatán. Diario Oficial de la Federación, 21 de abril de 2015. En: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/103392/DR_3105.pdf. Consultado: Agosto, 2018.

CONAPO (Consejo Nacional de Población), Fundación BBVA Bancomer y BBVA Research, 2012. Anuario de migración y remesas México 2013. 1ra. Edición. México. 111 p. CONAPO (Consejo

Nacional de Población), Fundación BBVA Bancomer y BBVA Research, 2015. Anuario de migración y remesas. México 2016.

CONAPO-Fundación BBVA Bancomer-BBVA Research. 1ra edición. México.160 p. Cuanalo de la C., H., 1981. Manual para la descripción de perfiles de suelo en el campo. Centro de Edafología, Colegio de Posgraduados. 40 p.

Flores J.S. y I. Espejel Carvajal. 1994. Etnoflora Yucatanense. Tipos de vegetación de la Península de Yucatán. Universidad autónoma de Yucatán Sostenibilidad Maya.

Gates E. CH. 1983. Line Transect and Related Issues. Institute of statics Texas A&M University College Station, Texas, USA.

García, E.1981. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. 3ª Ed. Instituto de Geografía. UNAM., México, D. F.

Gómez Orea, D. (2002). Evaluación de Impacto Ambiental. Edición Mundi-Prensa. Madrid, España. p.p. 749.

INEGI 2002 Estudios hidrológicos del estado de Quintana Roo México D.F. p.p. 79.

Ley General de Vida Silvestre, Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 3 de julio de 2000.

Ley General de Vida Silvestre. Última reforma Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de abril de 2010.

Martínez, M. Mario. 2005. Estimación de la Erosión del Suelo. SAGARPA-INCA Rural CP. 30 pp.

Miranda, F. y E. Hernández X. 1958. Los Tipos de Vegetación de México y su clasificación. Boletín de la Sociedad Botánica de México 28:29-179.

Miranda, F. 1959. La vegetación de la Península Yucateca. En. Los recursos naturales del sureste y su aprovechamiento. Tomo II. IMERNAR, México, D.F. p.p. 215-271.

Moreno-Casasola Patricia, E, Peresbarbosa y A. C. Travieso-Bello. Editores. 2006. Estrategias para el manejo integral de la zona costera: un enfoque municipal. Instituto de Ecología A. C. - Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, SEMARNAT. Xalapa, Ver., México. Volumen I. ISBN 970-709-039-1

Norma Oficial Mexicana 059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental- Especies nativas de México de flora y fauna silvestres – categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión o cambio – lista de especies en riesgo. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de diciembre de 2010.

Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003, Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 10 de abril de 2003.

Pennington T.D., y Sarukhán, J.1963. Árboles Tropicales de México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. México. 413 p.p.

Pennington, T.D., Sarukhán, J. 2005. Árboles Tropicales de México, Manual para la identificación de las principales especies. Tercera Edición. Ediciones Científicas Universitarias UNAM. 523 p.p.

Quero J. Hermilo 1992 Las palmas silvestres de la Península de Yucatán. Instituto de Biología México D. F. p.p. 63.

Ralph, J., C. y J.S. Michael (Editors). 1981. Estimating Numbers of Terrestrial Birds Studies in Avian Biology No .6 .Department of Biology New Mexico State University Las Cruces, New Mexico.

Rzedowski, J. 1979. La vegetación de México. Ed. LIMUSA.

Reuter, M., C. Schulz y C. Marrufo. 1998. Manual Técnico Forestal, Información básica, métodos y procedimientos. Acuerdo México – Alemania.

Semarnat-Cecadesu-Hombre Naturaleza, A.C., 2003. Introducción a los Servicios Ambientales. Cruzada por los Bosques y el Agua. 71 pp.

SEMARNAT, Serie ¿y el medio ambiente? Biodiversidad conocer para conservar; 2011.

Sosa V., J. S. Flores, V. Rico Gray, R. Lira, J. Ortiz, 1985. Etnoflora Yucatanense. Lista Florística y Sinonimia Maya. p.p. 225.

UQROO 2006.- Revista Caos conciencia, vol 1 año 2016, PP 31 tema Agua y Población en la Península de Yucatán: caso Quintana Roo.

WWW.conafor.gob.mx

WWW.conabio.gob.mx

WWW.cicy.mx

WWW.inecc.gob.mx

www.geenpeace.org

http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_04/07_agua/cap7_2.html

http://tecnoceano.wordpress.com/2013/03/12/vulnerabilidad-del-agua-en-el-estado-de quintana-roo/

ftp://148.231.212.8/temps/RespaldoMac/TALLER%20PARA%20LA%20ESTANDARIZ ACION%20DE%20METODOS%20PARA%20MONITOREO%20DE%20FAUN/MUEST REOS%20POBLACIONALES%20EN%20CUADRANTES%20Y%20TRANSECTOS.pd f

http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-03942007000400007&script=sci_arttext.- informe de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes ¨Indio Hatuey¨.Central España Republicana, CP 44280, Matanzas, Cuba.