I. **Unidad administrativa que clasifica:** Delegación Federal en el Estado de Quintana Roo.

II. **Identificación del documento:** Se elabora la versión pública de la Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular, Bitácora número **23/MP-0051/09/20**.

III. **Las partes o secciones clasificadas:** La parte concerniente a el RFC, CURP, número de teléfono celular y domicilio particular de personas físicas en páginas 11 y 12.

IV. **Fundamento legal y razones:** La clasificación de la información confidencial se realiza con fundamento en el artículo 116 primer párrafo de la LGTAIP y 113, fracción I de la LFTAIP. Artículos séptimo fracción III y Trigésimo octavo de los Lineamientos Generales en Materia de Clasificación y Desclasificación de la Información, así como para la elaboración de Versiones Públicas. Por tratarse de datos personales concernientes a una persona física identificada e identificable.

V. **Fecha de clasificación y número de acta de sesión:** Resolución **132/2020/SIPOT,** en la sesión celebrada el **14 de octubre de 2020.**

VI. **Firma del titular:**

Biol. Araceli Gómez Herrera.

"Con fundamento en lo dispuesto por el artículo 84 del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en suplencia, por ausencia del Titular de la Delegación Federal de la SEMARNAT en el estado de Quintana Roo, previa designación, firma el presente la Jefa de la Unidad de Gestión Ambiental Zona Norte" *

+Oficio 01250 de fecha 28 de noviembre de 2018.

En los términos del artículo 17 Bis en relación con los artículos Octavo y Décimo Tercero Transitorios del Decreto por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre de 2018.

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

ÍNDICE

1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO. 3
1.1. CLAVE DEL PROYECTO 3
1.2. NOMBRE DEL PROYECTO 3
1.3. DATOS DEL SECTOR Y TIPO DE PROYECTO. 3
1.3.1. Sector 3
1.3.2. Subsector 3
1.3.3. Tipo de proyecto 3
1.4. ESTUDIO DE RIESGO Y SU MODALIDAD. 3
1.5. UBICACIÓN DEL PROYECTO 3
1.5.1. Entidad federativa 3
1.5.2. Municipio o delegación 3
1.5.3. Localidad 3
1.5.4. Coordenadas geográficas 3
1.6. TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL PROYECTO. 8
1.7. DIMENSIONES DEL PROYECTO 8
2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE 11
2.1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL 11
2.2. REGISTRO FEDERAL DE CAUSANTES (RFC) 11
2.3. NOMBRE DEL REPRESENTANTE LEGAL 11
2.4. RFC DEL REPRESENTANTE LEGAL 11
2.5. CLAVE ÚNICA DE REGISTRO DE POBLACIÓN (CURP) DEL REPRESENTANTE LEGAL 11
2.6. DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE PARA RECIBIR U OÍR NOTIFICACIONES 11
2.6.1. Calle y número 11
2.6.2. Código postal 11
2.6.3. Entidad federativa 11
2.6.4. Municipio o delegación 12
2.6.5. Teléfono 12
3. DATOS GENERALES DE LA EMPRESA RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DE LA MIA 12
3.1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL 12
3.2. REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES O CURP 12
3.3. NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO 12

1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.

1.1. CLAVE DEL PROYECTO:

1.2. NOMBRE DEL PROYECTO: "Condominio K'iino"

1.3. DATOS DEL SECTOR Y TIPO DE PROYECTO.

1.3.1. Sector: Turístico

1.3.2. Subsector: Turístico habitacional

1.3.3. Tipo de proyecto: Condominio

1.4. ESTUDIO DE RIESGO Y SU MODALIDAD: No se requiere.

1.5. UBICACIÓN DEL PROYECTO:

El predio donde se pretende realizar el proyecto "Condominio K'iino" corresponde al polígono A del lote 57-10, Plan Maestro Cozumel Country Club, ubicado en el Km 6.2 de la Carretera costera Norte, zona hotelera Norte del Municipio de Cozumel, Estado de Quintana Roo.

1.5.1. Entidad federativa: Quintana Roo.

1.5.2. Municipio o delegación: Cozumel.

1.5.3. Localidad: Cozumel

1.5.4. Coordenadas geográficas:

El predio de interés corresponde al polígono A del lote 57-10, Plan Maestro Cozumel Country Club, ubicado en el km 6.2 de la Carretera costera Norte, zona hotelera Norte del Municipio de Cozumel, Estado de Quintana Roo (Figura 1).

Figura 1. Localización regional y local del proyecto.

El predio donde se pretende realizar el Proyecto "Condominio K'iino" es propiedad de la promovente conforme a la Escritura Pública No.6,657 de fecha 1 de abril de 2019, Volumen XXIX-B, Folio 116 pasada ante la fe del Lic. Ricardo Lezama Pech, Notario Público Titular de la Notaría Pública No. 47 del Estado de Quintana Roo, a través de la cual se realiza I. La rectificación de medidas y colindancias de los predios ubicados en la Carretera Costera Norte identificados como Fracción I-IX-1A, Fracción CCC-IA-I, Fracción Sección E, Fracción Sección H, y II. Constitución de Copropiedad por Fusión de las 4 fracciones que antecede, que formalizaron Cozumel Country Club, S.A. de C.V. y Residencial Isla Maya, S.A. de C.V. (Anexo 1).

Con la fusión de las fracciones resultó el lote 57-10 con una superficie total de 204,779.78m^2 y clave catastral 4011701157-10, constituyéndose sobre el mismo una copropiedad de ambas empresas.

El predio de interés forma parte de este lote y se ubica en el extremo norte como se muestra en la Figura 2a.

El predio que conforma el polígono A que tiene una superficie total de 12,724.61 m^2 y tiene las siguientes medidas y colindancias:

- ✓ Al norte: con Carretera Costera Norte,
- ✓ Al sur: con campo de Golf, vialidades y áreas con vegetación del Plan Maestro Cozumel Country Club.
- ✓ Al este: con un lote propiedad privada.
- ✓ Al oeste: con vialidad de acceso al Plan Maestro Cozumel Country Club.

En el Cuadro 1 se muestran las coordenadas que delimitan el polígono del predio y en la Figura 2b.

Cuadro 1. Coordenadas que conforman el polígono del predio del proyecto.

Vértice	X	Y
1	508,407.73	2,272,517.53
2	508,515.38	2,272,518.80
3	508,538.91	2,272,446.18
4	508,459.86	2,272,428.60
5	508,423.81	2,272,397.40
6	508,395.19	2,272,397.34
7	508,394.95	2,272,505.30
1	508,407.73	2,272,517.53

.

Figura 2a. Se muestra la ubicación del polígono A con respecto al lote 57-10, del que form

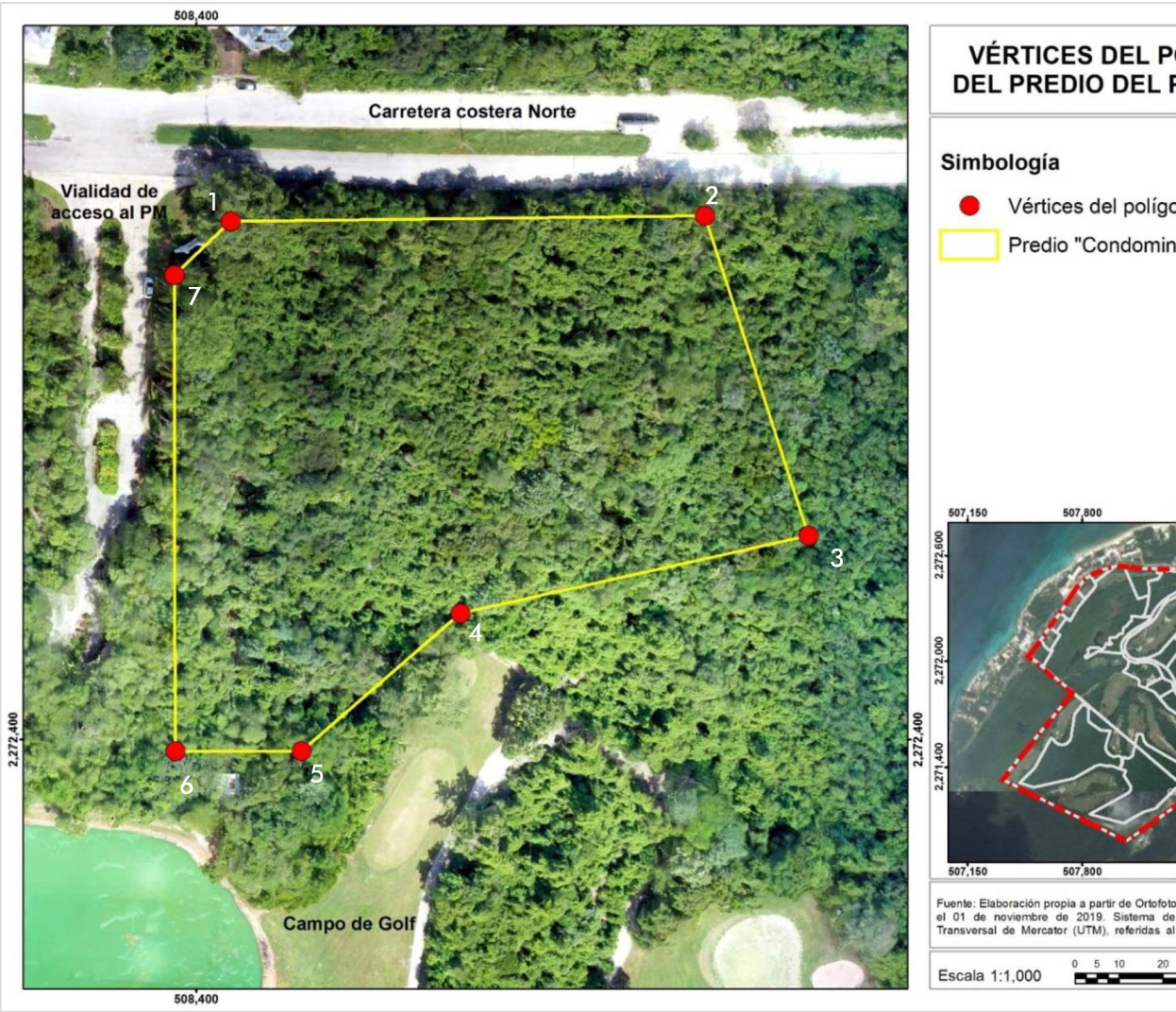


Figura 2b. Se muestran los vértices del predio de interés en UTM, Datum WGS84, para la Zona

1.6. TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL PROYECTO.

Se prevé que la operación del proyecto sea de 100 años, la cual puede prolongarse al dar el adecuado mantenimiento a las instalaciones.

1.7. DIMENSIONES DEL PROYECTO:

a) Superficie total del predio:

El predio de interés es propiedad de la empresa Cozumel Country Club, S.A. de C.V., conforme a la Escritura Pública No.6,657 de fecha 1 de abril de 2019, Volumen XXIX-B, Folio 116 pasada ante la fe del Lic. Ricardo Lezama Pech, Notario Público Titular de la Notaria Pública No. 47 del Estado de Quintana Roo, a través de la cual se realiza I. La rectificación de medidas y colindancias de los predios ubicados en la Carretera Costera Norte identificados como Fracción I-IX-1A, Fracción CCC-IA-I, Fracción Sección E, Fracción Sección H, y II. Constitución de Copropiedad por Fusión de las 4 fracciones que antecede, que formalizaron Cozumel Country Club, S.A. de C.V. y Residencial Isla Maya, S.A. de C.V.

Con la fusión de las fracciones resultó el lote 57-10 con una superficie total de 204,779.78m^2 y clave catastral 4011701157-10. El predio de interés forma parte de este lote y posee una superficie total de 12,724.61 m^2.

b) Superficie requerida para la construcción del proyecto:

El proyecto consiste en un condominio con 2 edificios de 11.0 m de altura de tres niveles con roof garden, que albergarán un total de 32 villas, así como una palapa de amenidades, dos albercas con asoleaderos, andadores peatonales, circulaciones verticales, bodega y cuarto de basura, instalaciones y servicios, estacionamiento y áreas de conservación.

La totalidad de las obras se desplantarán en una superficie de 3,655.08 m^2 que equivale al 28.73 % del predio. En el predio se autorizó una vialidad del Plan Maestro Cozumel Country Club en una superficie de 620.20 m^2 (4.87 %). La superficie restante, es decir 8,449.33m^2 (66.40 %) se mantendrá como conservación con vegetación en estado natural. En la Figura 3 se muestra el plano de conjunto del proyecto.

De las obras del proyecto, se destinará una superficie de 2,417.75 m^2 para obras techadas y se ocuparán 1,237.33 m^2 para obras no techadas, que suman una superficie de aprovechamiento total de 3,655.08 m^2. En el siguiente cuadro se presenta la distribución de superficies de obras techadas y no techadas y la superficie de las áreas de conservación.

Cuadro 2. Superficie de desplante de las obras.

Obras		Superficie (m^2)	%
Obras techadas	Edificios del Condominio	2,183.90	17.16
	Circulaciones verticales	80.91	0.64
	Palapa de amenidades	107.91	0.85
	Bodega y cuarto de basura	45.03	0.35
Subtotal		**2,417.75**	**19.00**
Obras no techadas	Albercas con asoleaderos	201.11	1.58
	Instalaciones y servicios	121.64	0.96
	Andadores peatonales	549.29	4.32
	Estacionamiento	365.29	2.87
Subtotal		**1,237.33**	**9.73**
Superficie de aprovechamiento total del proyecto		**3,655.08**	**28.73**
Vialidad autorizada Plan Maestro		**620.20**	**4.87**
Superficie utilizada en el predio		**4,275.28**	**33.60**
Superficie de conservación		**8,449.33**	**66.40**
Superficie total		**12,724.61**	**100.00**

En el siguiente cuadro se presenta la superficie de construcción por nivel. Se considera una superficie de construcción de 7,209.05 m^2, que equivale a 0.57.

Cuadro 3. Se indican las superficies de construcción en cada nivel.

Áreas	Superficie (m^2)
Planta Baja	2,417.75
Primer Nivel	2,401.74
Segundo Nivel	2,246.49
Azotea	143.07
Total	**7,209.05**

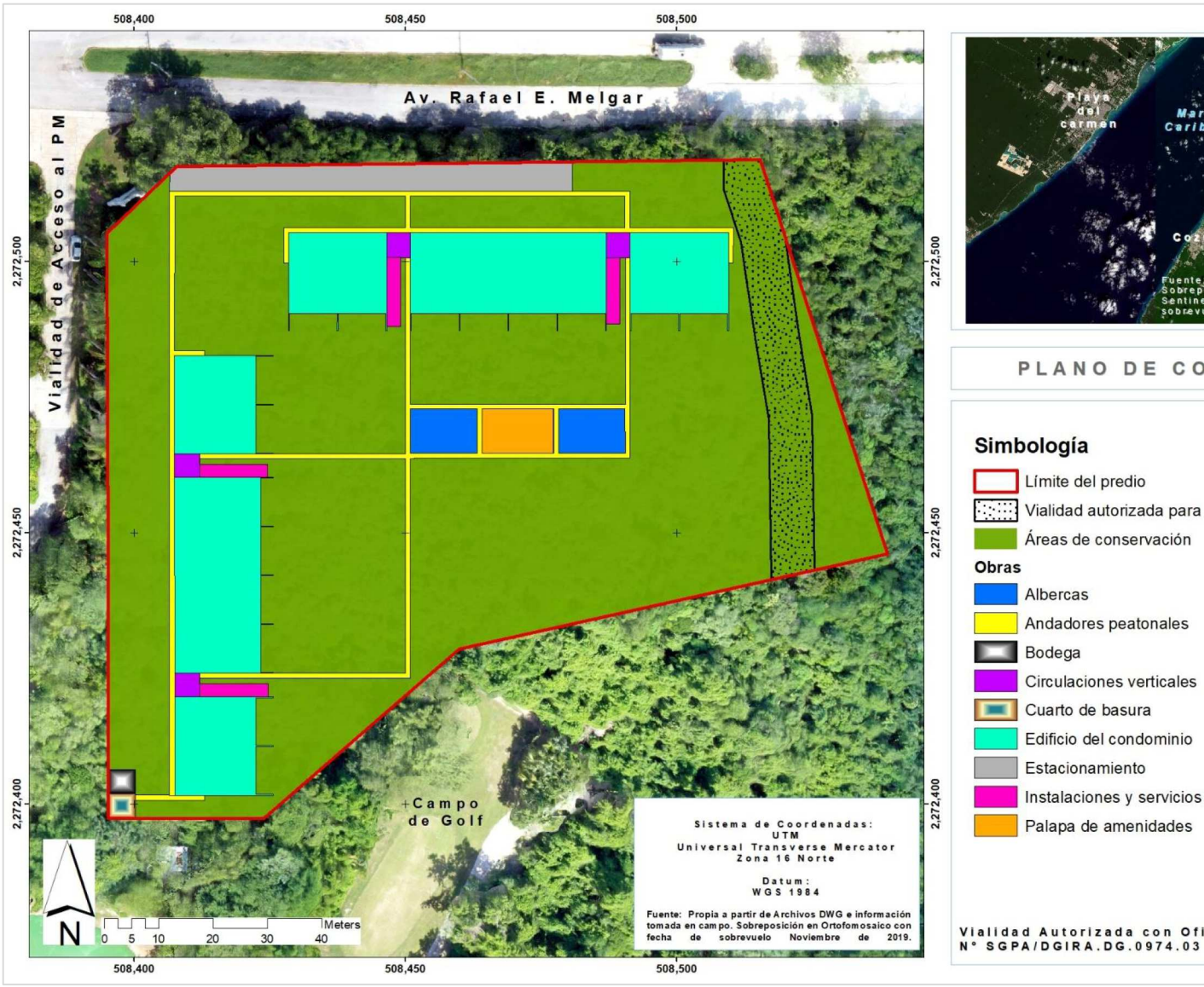


Figura 3. Plano de conjunto del proyecto.

2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE:

2.1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL:

La empresa Cozumel Country Club, S.A. de C.V. fue legalmente constituida conforme a la Escritura Pública No. 45 de fecha 8 de febrero de 1972, pasada ante la fe del Lic. Jorge Carlos López Muñoz, Notario Público titular de la Notaria Pública No. 34 del Estado de Quintana Roo (Anexo 2).

2.2. REGISTRO FEDERAL DE CAUSANTES (RFC):

CCC831021GS0 (Anexo 3)

2.3. NOMBRE DEL REPRESENTANTE LEGAL:

A través de la Escritura Pública No. 5,140 de fecha 5 de septiembre de 2016, Volumen XXII, Tomo E, Folio 240 pasada ante la fe Lic. Ricardo Lezama Pech, Notario Público Titular de la Notaría Pública No. 47 del Estado de Quintana Roo, se le otorgan poderes generales para pleitos y cobranzas y actos de administración al Sr. Raúl Omar González Angulo (Anexo 4)

Se adjunta como Anexo 5 la credencial de elector del Sr. Raúl Omar González Angulo.

2.4. RFC DEL REPRESENTANTE LEGAL:

El RFC del Sr. Raúl Omar González Angulo es [redacted]

2.5. CLAVE ÚNICA DE REGISTRO DE POBLACIÓN (CURP) DEL REPRESENTANTE LEGAL:

El CURP del Sr. Raúl Omar González Angulo es [redacted]

2.6. DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE PARA RECIBIR U OÍR NOTIFICACIONES:

2.6.1. Calle y número:

Calle [redacted] No. [redacted], Interior [redacted] Colonia Centro

2.6.2. Código postal:

77600.

2.6.3. Entidad federativa:

Quintana Roo.

2.6.4. Municipio o delegación:

Cozumel.

2.6.5. Teléfono(s):

[redacted]

3. DATOS GENERALES DE LA EMPRESA RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DE LA MIA:

3.1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL:

ECOPLADESA, S. C.

3.2. REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES O CURP:

[redacted]

3.3. NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO:

Biol. Silvia Magallón Barajas. Cédula Profesional: 1523938.
Av[redacted]Lote[redacted], Sm. [redacted], Mz.[redacted], Cancún, Quintana Roo.
Teléfonos y Fax: [redacted]

CAPÍTULO II
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

ÍNDICE

1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO. 3
1.1 NATURALEZA DEL PROYECTO 3
1.1.1 Sector 3
1.1.2 Subsector 3
1.1.3 Tipo de proyecto 3
2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO. 3
2.1 SELECCIÓN DEL SITIO. 3
2.2 UBICACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO Y PLANOS DE LOCALIZACIÓN. 4
2.3 ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL SITIO 8
2.4 INVERSIÓN REQUERIDA. 10
2.5 DIMENSIONES DEL PROYECTO 11
2.6 USO ACTUAL DEL SUELO Y/O CUERPOS DE AGUA EN EL SITIO DEL PROYECTO Y EN SUS COLINDANCIAS. 14
2.7 URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS REQUERIDOS 14
3 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO. 16
3.1 SUPERFICIE DE AFECTACIÓN POR TIPO DE VEGETACIÓN. 39
3.2 PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO: 42
3.3 OBRAS Y ACTIVIDADES QUE SE REALIZARÁN. 43
3.4 PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN. 43
3.5 DESCRIPCIÓN DE OBRAS Y ACTIVIDADES PROVISIONALES DEL PROYECTO. 44
3.6 ETAPA DE CONSTRUCCIÓN. 44
3.6.1 Requerimientos de mano de obra durante la etapa de construcción. 45
3.6.2 Requerimientos de equipo. 46
3.7 ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO. 47
3.8 DESCRIPCIÓN DE OBRAS ASOCIADAS AL PROYECTO. 47
3.9 ETAPA DE ABANDONO DEL SITIO. 47
3.10 UTILIZACIÓN DE EXPLOSIVOS. 47
3.11 GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES A LA ATMÓSFERA 48

1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.

1.1 NATURALEZA DEL PROYECTO.

1.1.1 Sector: Terciario

1.1.2 Subsector: Turístico

1.1.3 Tipo de proyecto: Desarrollo turístico habitacional

2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

El predio donde se pretende realizar el proyecto "Condominio K'iino" corresponde al polígono A del lote 57-10, Plan Maestro Cozumel Country Club, ubicado en el Km 6.2 de la Carretera costera Norte, zona hotelera Norte del Municipio de Cozumel, Estado de Quintana Roo.

El proyecto consiste en la construcción de un condominio con 2 edificios de 3 niveles con roof garden, de 11.0 m de altura, que albergarán un total de 32 villas, así como una palapa de amenidades, dos albercas con asoleaderos, andadores peatonales, circulaciones verticales, bodega, cuarto de basura, instalaciones y servicios, estacionamiento y áreas de conservación.

El proyecto se desplantará en un lote ubicado en el Plan Maestro Cozumel Country Club, donde se desarrolla vegetación de Selva Mediana Subperennifolia, posee una brecha de terracería y se autorizó una vialidad del Plan Maestro. Las obras se desplantarán sobre la vegetación de selva mediana subperennifolia y la brecha de terracería, **por lo que se solicita autorización en materia de impacto ambiental para realizar el cambio de uso de suelo de áreas forestales.**

Asimismo, **se solicita autorización en materia de impacto ambiental para llevar a cabo las actividades de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del proyecto, las cuales se realizarán en total apego a lo establecido en la normatividad ambiental vigente.**

2.1 SELECCIÓN DEL SITIO.

- El predio para el desarrollo del proyecto se seleccionó tomando en cuenta su ubicación, uso de suelo y accesibilidad. Además, por tratarse de un predio propiedad del promovente.

- El terreno donde se pretende construir el proyecto se ubica en el Plan Maestro Cozumel Country Club.

- El predio está regulado por el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Cozumel, publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo

el 21 de octubre de 2008. De acuerdo con este instrumento el predio se ubica en la Unidad de Gestión Ambiental A2, que le corresponde una política ambiental de Aprovechamiento, que tiene como uso predominante el Turístico; Hotelero/Residencial Turístico.

- Se tiene acceso al predio a través de la Carretera Costera Norte, que es la vialidad principal que llega a la zona hotelera del norte de la Isla de Cozumel.

2.2 UBICACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO Y PLANOS DE LOCALIZACIÓN.

El predio de interés corresponde al polígono A del lote 57-10, Plan Maestro Cozumel Country Club, ubicado en el Km 6.2 de la Carretera costera Norte, zona hotelera Norte del Municipio de Cozumel, Estado de Quintana Roo (Figura 1). El predio cuenta con una superficie total de 12,724.61 m^2 de acuerdo con el plano topográfico del predio.

Las colindancias del predio son las siguientes:

- ✓ Al norte: con Carretera Costera Norte,
- ✓ Al sur: con campo de Golf, vialidades y áreas con vegetación del Plan Maestro Cozumel Country Club.
- ✓ Al este: con un lote propiedad privada.
- ✓ Al oeste: con vialidad de acceso al Plan Maestro Cozumel Country Club.

Figura 1. Ubicación física del predio del proyecto.

En el cuadro 1 se muestran las coordenadas que delimitan el polígono del predio.

Cuadro 1. Coordenadas que conforman el polígono del predio del proyecto.

Vértice	X	Y
1	508,407.73	2,272,517.53
2	508,515.38	2,272,518.80
3	508,538.91	2,272,446.18
4	508,459.86	2,272,428.60
5	508,423.81	2,272,397.40
6	508,395.19	2,272,397.34
7	508,394.95	2,272,505.30
1	508,407.73	2,272,517.53

en la figura 2 se muestran los vértices que conforman el polígono del predio donde se pretende desarrollar el proyecto

.

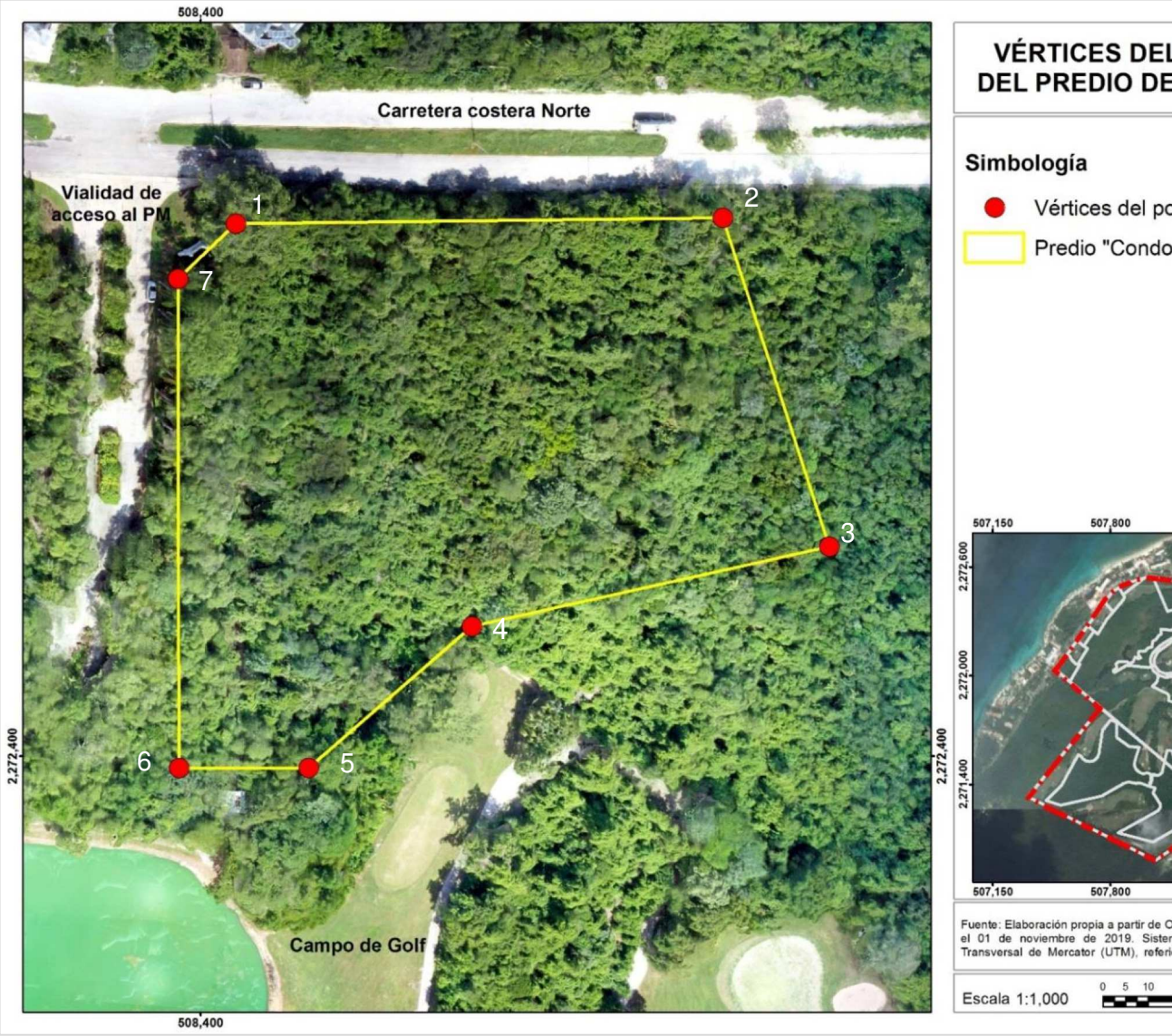


Figura 2. Se muestran los vértices del predio de interés en UTM, Datum WGS84, para la Zona

2.3 ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL SITIO.

El predio donde se pretende realizar el proyecto forma parte del Plan Maestro Cozumel Country Club. En éste se autorizó la construcción de una vialidad del Plan Maestro en una superficie de 620.20 m^2 (4.87 %) la cual no ha sido abierta y colinda con las obras realizadas por este plan maestro. La construcción de esta vialidad fue autorizada por medio del oficio No. S.G.P.A./DGIRA.DG.0974.03 de fecha 7 de junio de 2003 emitido por la DGIRA de la SEMARNAT y obtuvo autorización para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales mediante el oficio No. 03/ARRN/0502/2020 de fecha 11 de marzo de 2020 emitida por la Delegación Federal de la SEMARNAT en el Estado de Quintana Roo.

El predio en su mayor parte cuenta con vegetación de Selva Mediana Subperennifolia (93.99 %), una superficie de 620.20 m^2 (4.87 %) será ocupada por la vialidad del Plan Maestro, y posee una brecha de terracería (1.14 %) de tránsito peatonal (Figura 3).

Cuadro 2. Se indican las superficies por tipo de cobertura que posee el predio.

Tipos de vegetación	Superficie	%
Selva Mediana Subperennifolia	11,959.85	93.99
Vialidad autorizada para el plan maestro	620.20*	4.87
Brecha de terracería	144.56	1.14
Total	**12,724.61**	**100**

*Esta superficie está cubierta con vegetación de Selva Mediana Subperennifolia.

Flora

En la vegetación de selva mediana subperennifolia se registraron 32 especies y 19 familias botánicas. Las Leguminosas fueron las más representativas ya que se registraron 10 especies que significa el 31.25% del total.

El estrato arbóreo fue el más diverso con 25 especies y que esta riqueza disminuye a más de la mitad en el estrato arbustivo, que sólo presentó 11 especies, en tanto que el estrato herbáceo reporta apenas 8 especies, lo que implica que existe un proceso de regeneración regular, derivado de impactos naturales y antrópicos.

Se estimó que en total existen 11,430 individuos/Ha distribuidos en los tres estratos que integran la estructura vertical de la vegetación del predio, teniendo, como es esperado, una alta abundancia en los estratos bajos (3,400 individuos/Ha en arbustivos y 7,500 individuos/Ha en el estrato herbáceo) y menos individuos en el estrato arbóreo (530 árboles/Ha).

En cuanto a la distribución diamétrica se observó que la mayoría de los ejemplares se encuentran en las categorías inferiores (menor a 15 cm) y existen pocos árboles en categorías diamétricas mayores, lo cual obedece, a un proceso de impactos previos asociado a las afectaciones del huracán Wilma del año 2005, lo que provocó la afectación de arbolado adulto con diámetro grande, lo que permite inferir que algunas categorías

diamétricas mayores fueron afectadas con mayor intensidad que aquellas menores a 25cm, y que aún no se han recuperado.

La altura promedio de los individuos muestreados es de 6.8 m lo cual evidencia una fuerte densidad de arbolado y arbustos de talla pequeña y pocos árboles dominando el estrato superior.

Sólo se registró una especie enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, que corresponde a la palma nacax (*Coccotrhrinax readii*) fuera de los sitios de muestreo.

De acuerdo a la estructura de la vegetación se puede concluir que presenta un buen grado de conservación con perturbaciones derivadas de procesos naturales como es el paso de los huracanes.

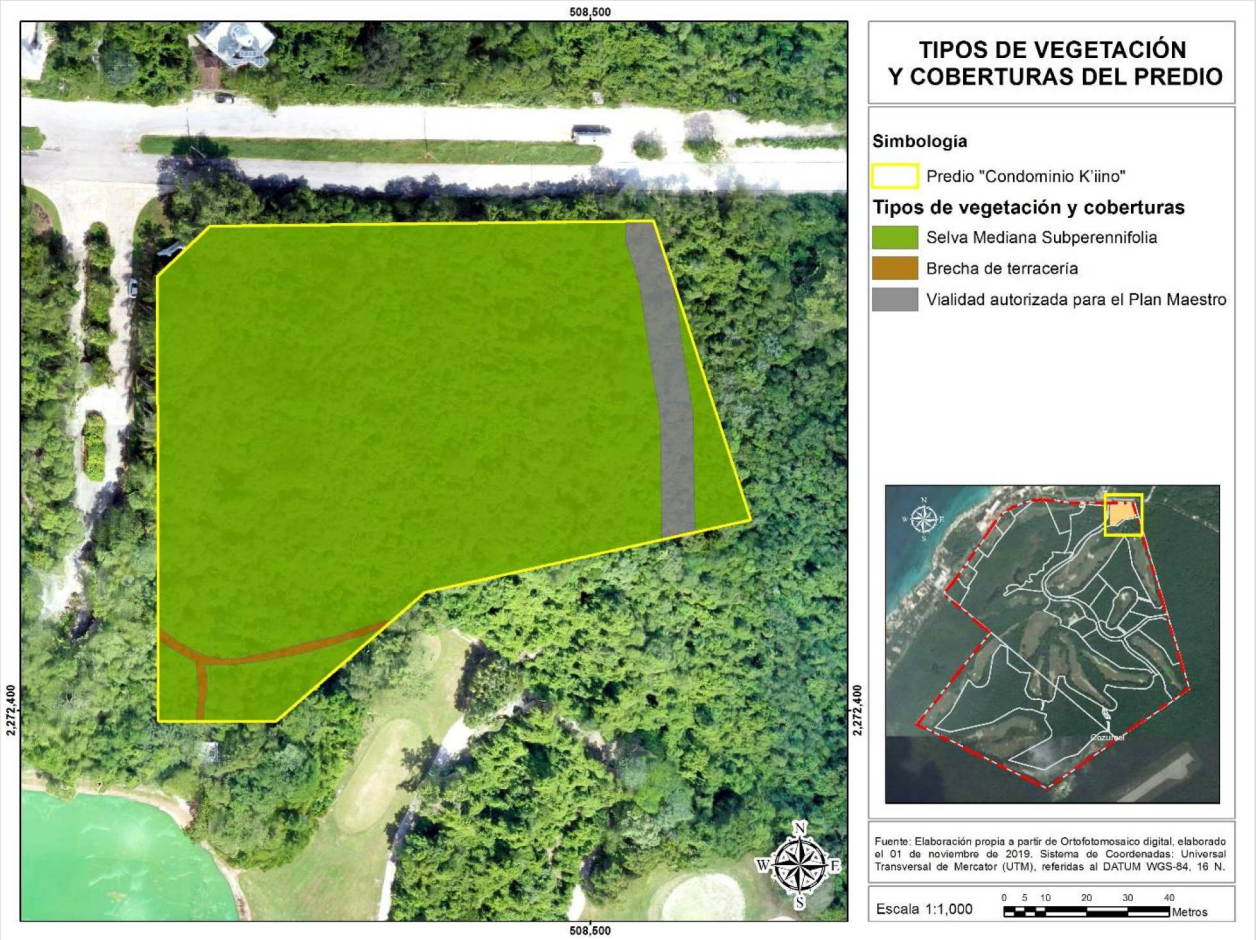


Figura 3. Se muestran los tipos de vegetación y coberturas que posee el predio.

Fauna.

En el área de estudio se registraron un total de 88 especies de vertebrados, siendo el grupo más diverso las aves con 61, seguido de los reptiles 12, los mamíferos 9 y finalmente los anfibios con 6.

La baja perturbación en lo que corresponde al área de selva mediana ha permitido tener una diversidad importante de vertebrados, y en especial de especies migratorias y endémicas tanto de la Península de Yucatán como de la propia Isla de Cozumel.

Teniendo que durante el estudio se obtuvo el registro de 10 especies endémicas, siendo éstas ocho aves y dos mamíferos, dicha información debe tratarse como relevante ya que las especies endémicas pueden ser altamente susceptibles frente a la modificación de su hábitat.

La presencia de especies que requieren zonas conservadas y arboladas, como la Mico de noche (*P. flavus*) y el Tigrillo (*L. wiedii*), es un buen indicador del estado de conservación que tiene el área de estudio.

La zona de selva mediana no ha sufrido impactos importantes que afecten su funcionalidad ecológica ya que en ella se observan especies que ocupan el sitio para alimentación, refugio y reproducción.

Se tiene que los resultados estadísticos arrojaron datos interesantes de dominancia y de valores de importancia de especies que son sensibles a la perturbación antropogénica.

Un indicativo es la abundancia de especies de aves migratorias y la presencia de mamíferos los cuales solo se observan en zonas bien conservadas o de baja perturbación. Así mismo, se tuvo una alta actividad de quirópteros y a pesar de que la diversidad específica fue baja, la abundancia de individuos fue alta.

En el área de estudio se registraron un total de 12 especies incluidas en la Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, de las cuales 6 corresponden a reptiles, 3 a aves y 3 a mamíferos.

2.4 INVERSIÓN REQUERIDA.

Para la realización del proyecto "Condominio K'iino", se consideró una inversión total de $99'597,000.00 millones de pesos, mientras que para las medidas de mitigación se consideró un total de $995,970 cifra que representa el 1% de la inversión total.

2.5 DIMENSIONES DEL PROYECTO.

- **Superficie total del predio:**

El predio de interés es propiedad de la empresa Cozumel Country Club, S.A. de C.V., conforme a la Escritura Pública No.6,657 de fecha 1 de abril de 2019, Volumen XXIX-B, Folio 116 pasada ante la fe del Lic. Ricardo Lezama Pech, Notario Público Titular de la Notaria Pública No. 47 del Estado de Quintana Roo, a través de la cual se realiza I. La rectificación de medidas y colindancias de los predios ubicados en la Carretera Costera Norte identificados como Fracción I-IX-1A, Fracción CCC-IA-I, Fracción Sección E, Fracción Sección H, y II. Constitución de Copropiedad por Fusión de las 4 fracciones que antecede, que formalizaron Cozumel Country Club, S.A. de C.V. y Residencial Isla Maya, S.A. de C.V.

Con la fusión de las fracciones resultó el lote 57-10 con una superficie total de 204,779.78 m2 y clave catastral 4011701157-10. El predio de interés forma parte de este lote y posee una superficie total de 12,724.61 m^2, de acuerdo con el levantamiento topográfico que se realizó en el mes de octubre de 2019.

- **Superficie requerida para la construcción del proyecto:**

El proyecto consiste en un condominio con 2 edificios de 11.0 m de altura de tres niveles con roof garden, que albergarán un total de 32 villas, así como una palapa de amenidades, dos albercas con asoleaderos, andadores peatonales, circulaciones verticales, bodega y cuarto de basura, instalaciones y servicios, estacionamiento y áreas de conservación.

La totalidad de las obras se desplantarán en una superficie de 3,655.08 m^2 que equivale al 28.73 % del predio. En el predio se autorizó una vialidad del Plan Maestro Cozumel Country Club en una superficie de 620.20 m^2 (4.87 %). La superficie restante, es decir 8,449.33m^2 (66.40 %) se mantendrá como conservación con vegetación en estado natural. En la figura 4 se muestra el plano de conjunto del proyecto.

De las obras del proyecto, se destinará una superficie de 2,417.75 m^2 para obras techadas y se ocuparán 1,237.33 m^2 para obras no techadas, que suman una superficie de aprovechamiento total de 3,655.08 m^2. En el siguiente cuadro se presenta la distribución de superficies de obras techadas y no techadas y la superficie de las áreas de conservación.

Cuadro 3. Superficie de desplante de las obras.

Obras		Superficie (m^2)	%
Obras techadas	Edificios del Condominio	2,183.90	17.16
	Circulaciones verticales	80.91	0.64
	Palapa de amenidades	107.91	0.85
	Bodega y cuarto de basura	45.03	0.35
Subtotal		**2,417.75**	**19.00**

Obras		Superficie (m^2)	%
Obras no techadas	Albercas con asoleaderos	201.11	1.58
	Instalaciones y servicios	121.64	0.96
	Andadores peatonales	549.29	4.32
	Estacionamiento	365.29	2.87
Subtotal		**1,237.33**	**9.73**
Superficie de aprovechamiento total del proyecto		**3,655.08**	**28.73**
Vialidad autorizada Plan Maestro		**620.20**	**4.87**
Superficie utilizada en el predio		**4,275.28**	**33.60**
Superficie de conservación		**8,449.33**	**66.40**
Superficie total		**12,724.61**	**100.00**

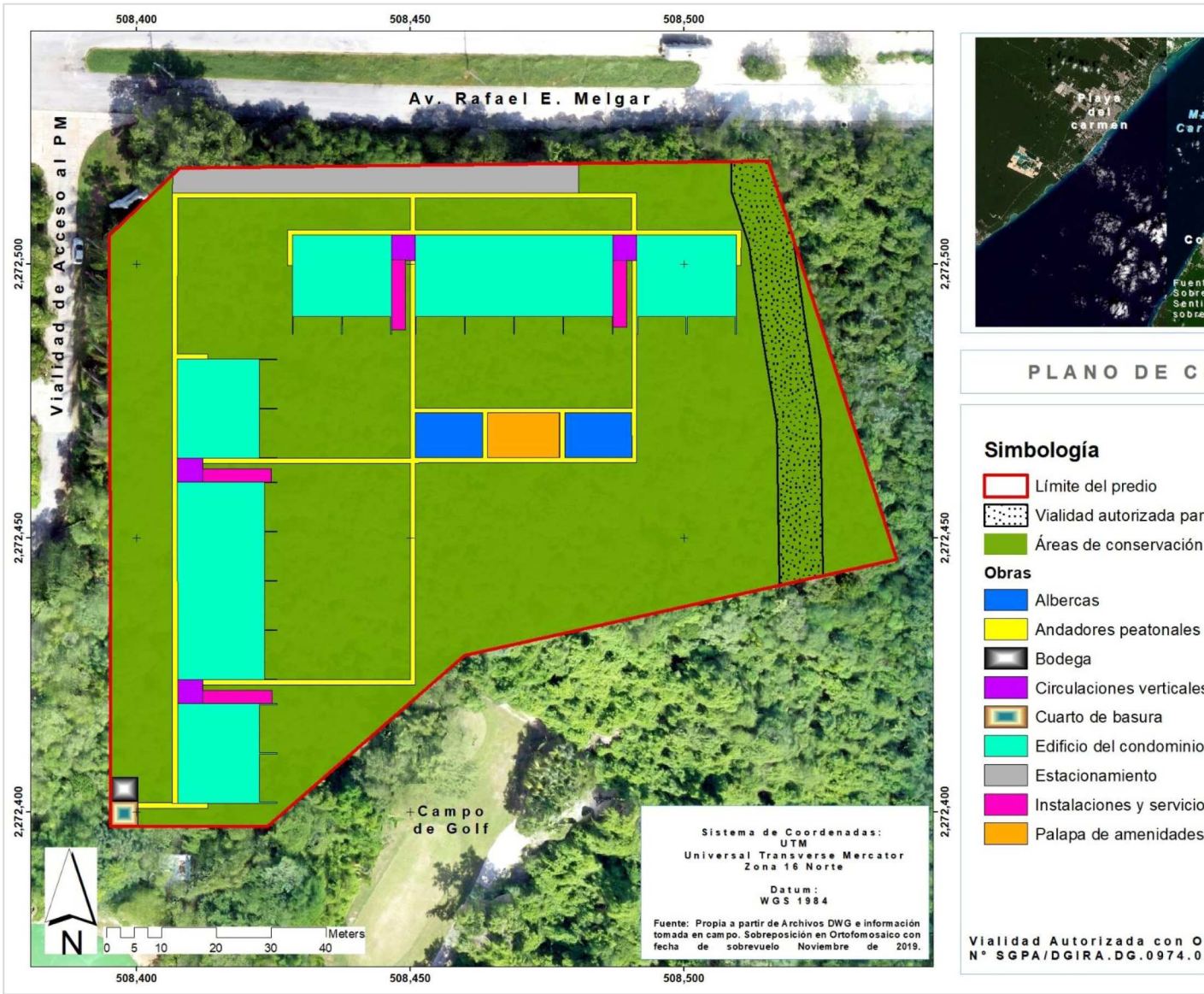


Figura 4. Plano de conjunto del proyecto.

2.6 USO ACTUAL DEL SUELO Y/O CUERPOS DE AGUA EN EL SITIO DEL PROYECTO Y EN SUS COLINDANCIAS.

Actualmente, el predio donde se pretende realizar el proyecto, en su mayor parte cuenta con vegetación de Selva Mediana Subperennifolia y posee una brecha de terracería. En éste se autorizó una vialidad del Plan Maestro la cual no ha sido abierta y colinda con las obras realizadas por el Plan Maestro Cozumel Country Club.

El predio del proyecto se encuentra dentro del Plan Maestro Cozumel Country, que obtuvo autorización en materia de impacto ambiental que fue otorgada por la Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental (DGOEIA) a través del oficio No. D.O.O.DGOEIA 004381 de fecha 3 de agosto de 1999. De acuerdo con este oficio se autorizó la construcción del proyecto en tres etapas. En una primera etapa se construiría un campo de golf, con su casa club, edificios de mantenimiento, jardín botánico, accesos, vialidades y planta de tratamiento. En la segunda etapa se consideraron los hoteles, condominios, área comercial, villas y lotes unifamiliares. Mientras que en la tercera etapa estaba programado construir el Hotel Paradisus II y en una cuarta etapa los lotes unifamiliares y condominios. Actualmente sólo se han construido algunas de las obras de la primera etapa como son un campo de golf, casa club, edificios de mantenimiento, jardín botánico y accesos y vialidades.

Cabe señalar que la vialidad del Plan Maestro que está permitido construir en el predio fue autorizada a través del oficio No. S.G.P.A./DGIRA.DG.0974.03 de fecha 7 de junio de 2003 emitido por la DGIRA de la SEMARNAT. También obtuvo autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales para su desmonte mediante el oficio No. 03/ARRN/0502/2020 de fecha 11 de marzo de 2020.

El predio tiene parámetros autorizados para su aprovechamiento, conforme a lo que se aprobó para el Plan Maestro Cozumel Country Club, sin embargo, actualmente está regulado por el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Cozumel, publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el 21 de octubre de 2008. De acuerdo con este instrumento el predio se ubica en la Unidad de Gestión Ambiental A2, que le corresponde una política ambiental de Aprovechamiento, que tiene como uso predominante el Turístico; Hotelero/Residencial Turístico, por lo que el uso que se le pretende dar es congruente con este instrumento.

2.7 URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS REQUERIDOS.

Acceso al predio

Se tendrá acceso al predio por la vialidad de acceso al Plan Maestro Cozumel Country Club, que a su vez se conecta con la Carretera Costera Norte o Av. Rafael Melgar.

Energía eléctrica

El suministro de energía eléctrica será a través de la red provisional de distribución que se instalará por parte del propietario y suministrada por la Comisión Federal de Electricidad. Se realizará la conexión a la red existente a pie de cabecera con una toma de corriente de media tensión. Las redes de distribución serán subterráneas en su totalidad y quedarán ocultas.

Drenaje:

En las etapas de preparación y construcción, se contará con sanitarios portátiles tipo Sanirent a razón de uno por cada 20 trabajadores, los cuales recibirán limpieza y mantenimiento cada tercer día por parte de una empresa que cuente con permiso de la autoridad competente para realizar la colecta y traslado de las aguas residuales a una planta de tratamiento.

Para la etapa de operación, el condominio contará con su red interna de drenaje que se conectarán a biodigestores. Las aguas residuales que se generen en los departamentos se conducirán hacia los 7 biodigestores de la marca Rotoplas de 7,000 litros que se instalarán junto a los edificios (forman parte de las obras denominadas como instalaciones y servicios), donde recibirán un tratamiento adecuado y el efluente obtenido será clorado utilizando pastillas y utilizada en actividades de limpieza.

Agua:

Durante las etapas de preparación y construcción, el agua cruda se abastecerá por medio de pipas del servicio público y será almacenada en tinacos plásticos de 1,000 a 5,000 litros de capacidad. En tanto que el agua potable, será suministrada en garrafones de 20 litros.

Para la etapa operativa, el suministro de agua del proyecto será por medio de la cisterna general con la que cuenta el Plan Maestro, la cual tiene una capacidad de 212,000.0 L y está ubicada en el edificio de mantenimiento, de la cual se canalizará dicha agua por tubería instalada en la berma de servicios de las vialidades generales hasta el predio y de ahí se distribuirá por una red interna a las cisternas de cada edificio.

El agua requerida para cada edificio del proyecto será suministrada a través de cisternas de almacenamiento de agua potable de 10,000 litros que se instalarán en cada edificio del condominio. Se contará con 6 cisternas de 10,000 litros para el almacenamiento de agua.

Consumo de agua en el condominio.

De acuerdo con la Norma Mexicana *NMX-AA-164-SCFI-2013, Edificación sustentable - criterios y requerimientos ambientales mínimos*, el consumo de agua para uso residencial es de 400 litros/Hab/día. Considerando que en el proyecto se proponen construir un total de 32 Villas que serán ocupadas por 4 personas, se estima que el volumen diario requerido correspondería a 51,200 litros/hab/día, equivalente a 1,536.00 m^3/mes ó 18,688.00 m^3/año.

Cuadro 4. Volumen de agua requerido para las actividades en cocina.

Número de Villas	Número de personas	Consumo de agua l/Hab/día	l/hab/día	l/año	m^3/año
32	4	400	51,200	18,688,000	18,688.00

Albercas

El proyecto contará con dos albercas que ocuparán una superficie de 152.06 m^2 y tendrán una profundidad de 1.50 m, por lo que requerirán de un volumen inicial de 228.09 m^3 para ser llenadas. Posteriormente, se estima una pérdida diaria de volumen correspondiente al 3% (6.84 m^3/día), mismo que será suministrado diariamente de modo que, de manera anual se requerirán 2,496.60 m^3 para reabastecer las albercas.

Cuadro 5. Volumen de agua requerido para las albercas.

Albercas		
No. Albercas	2	albercas
Volumen inicial requerido	228.09	m^3
Índice por pérdidas	3	%
Volumen por pérdidas	6.84	m^3/día
TOTAL	2,496.60	m^3/año

De acuerdo con lo anterior, para la operación del proyecto se requiere de un volumen de agua potable de 18,688.00 m^3/año para el condominio y 2,496.60 m^3/año para las albercas, que suman un volumen total de 21,184.60 m^3/año, que equivale a 58.04 m^3/día, es decir 58,040.00 litros/día. De acuerdo con lo anterior, se requieren 6 cisternas de 10,000 litros para el almacenamiento del agua.

3 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO.

El proyecto consiste en un condominio con 2 edificios de 11.0 m de altura de tres niveles con roof garden, que albergarán un total de 32 villas, así como una palapa de amenidades, dos albercas con asoleaderos, andadores peatonales, circulaciones verticales, bodega y cuarto de basura, instalaciones y servicios, estacionamiento y áreas de conservación.

La totalidad de las obras se desplantarán en una superficie de 3,655.08 m^2 que equivale al 28.73 % del predio. En el predio se autorizó una vialidad del Plan Maestro Cozumel Country Club en una superficie de 620.20 m^2 (4.87 %). La superficie restante, es decir 8,449.33m^2 (66.40 %) se mantendrá como conservación con vegetación en estado natural. En la figura 5 se muestra el plano de conjunto del proyecto.

De las obras del proyecto, se destinará una superficie de 2,417.75 m^2 para obras techadas y se ocuparán 1,237.33 m^2 para obras no techadas, que suman una superficie de aprovechamiento total de 3,655.08 m^2. En el siguiente cuadro se presenta la distribución de superficies de obras techadas y no techadas y la superficie de las áreas de conservación.

Cuadro 6. Superficie de desplante de las obras.

Obras		Superficie (m^2)	%
Obras techadas	Edificios del Condominio	2,183.90	17.16
	Circulaciones verticales	80.91	0.64
	Palapa de amenidades	107.91	0.85
	Bodega y cuarto de basura	45.03	0.35
Subtotal		**2,417.75**	**19.00**
Obras no techadas	Albercas con asoleaderos	201.11	1.58
	Instalaciones y servicios	121.64	0.96
	Andadores peatonales	549.29	4.32
	Estacionamiento	365.29	2.87
Subtotal		**1,237.33**	**9.73**
Superficie de aprovechamiento total del proyecto		**3,655.08**	**28.73**
Vialidad autorizada Plan Maestro		**620.20**	**4.87**
Superficie utilizada en el predio		**4,275.28**	**33.60**
Superficie de conservación		**8,449.33**	**66.40**
Superficie total		**12,724.61**	**100.00**

En el siguiente cuadro se presenta la superficie de construcción por nivel. Se considera una superficie de construcción de 7,209.05 m^2, que equivale a 0.57.

Cuadro 7. Se indican las superficies de construcción en cada nivel.

Áreas	Superficie (m^2)
Planta Baja	2,417.75
Primer Nivel	2,401.74
Segundo Nivel	2,246.49
Azotea	143.07
Total	**7,209.05**

A través de este estudio se solicita la autorización para la construcción de un Condominio en 2 edificios de 3 niveles con un total de 32 Villas, cuyo diseño se sujetará a lo establecido en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Cozumel (2008), que es el instrumento actualmente vigente.

De acuerdo con el POEL Cozumel, en el criterio ecológico 6 del apartado de *Equipamiento Hotelero y Residencial Turístico,* se permite la construcción de cuartos de hotel o su equivalente en residencias de una densidad máxima de 50 cuartos por hectárea, un COS de 30%, un CUS de 0.6 y 3 niveles u 11 metros de altura como máximo. En el siguiente cuadro se presenta un comparativo de los parámetros autorizados por el POEL Cozumel y los que se proponen para el proyecto.

Cuadro 8. Cuadro comparativo de los parámetros permitidos por el POEL Cozumel y los que se proponen para el proyecto.

Lote A	**Permitido POEL Cozumel 2008**	**Proyecto propuesto**
Tipo	Turístico habitacional	Condominio de tres niveles
Superficie total	12,724.61 m^2	12,724.61 m^2
Superficie desplante autorizada	COS 30 %* 3,817.38 m^2	3,655.08 m^2, 28.73 %
Superficie de Coeficiente de Utilización del Suelo (CUS)	CUS 0.6** 7,634.77 m^2	7,209.05 m^2, 0.57
Niveles	3 niveles u 11.0 m de altura como máximo	3 niveles, 11.0 m
Número de habitaciones	50 cuartos/ha 64 cuartos	32 villas equivalentes a 64 cuartos ***

*El Coeficiente de Ocupación del Suelo (COS), se define como la relación aritmética existente entre la superficie de planta baja y la superficie total del terreno. Incluye edificaciones, obras complementarias, infraestructura, equipamiento, exceptuando caminos permeables.

**El Coeficiente de Utilización de Suelo (CUS), se define como la relación aritmética existente entre la construida en todos los niveles de edificación y la superficie total del terreno. Indica el número máximo de metros cuadrados construidos que se permiten en un predio. Para ello, se asigna un coeficiente que señala el número de veces que se permite construir en la superficie total del terreno. Esta superficie de construcción incluye mezanines, áticos, balcones, salientes, voladizos, sótanos de estacionamientos cubiertos, patios abiertos menores de 1.50 cm de ancho y cerrados menores de 1.80 cm de ancho, los cubos de escaleras y elevadores en cada piso, así como los ductos de instalaciones y los espacios para equipos mecánicos con techo de más de 2.0 m de altura.

***Equivalencia de cuartos a villas conforme a la definición de Equivalencia con número de cuartos de hotel incluida en el glosario del POEL de Cozumel.

Conforme al cuadro previo el proyecto está por debajo de los parámetros de COS y CUS permitidos, de la misma forma, considera una altura de 3 niveles u 11.0 m. En cuanto a la densidad se consideran un total de 64 cuartos, por lo que cumple con lo permitido.

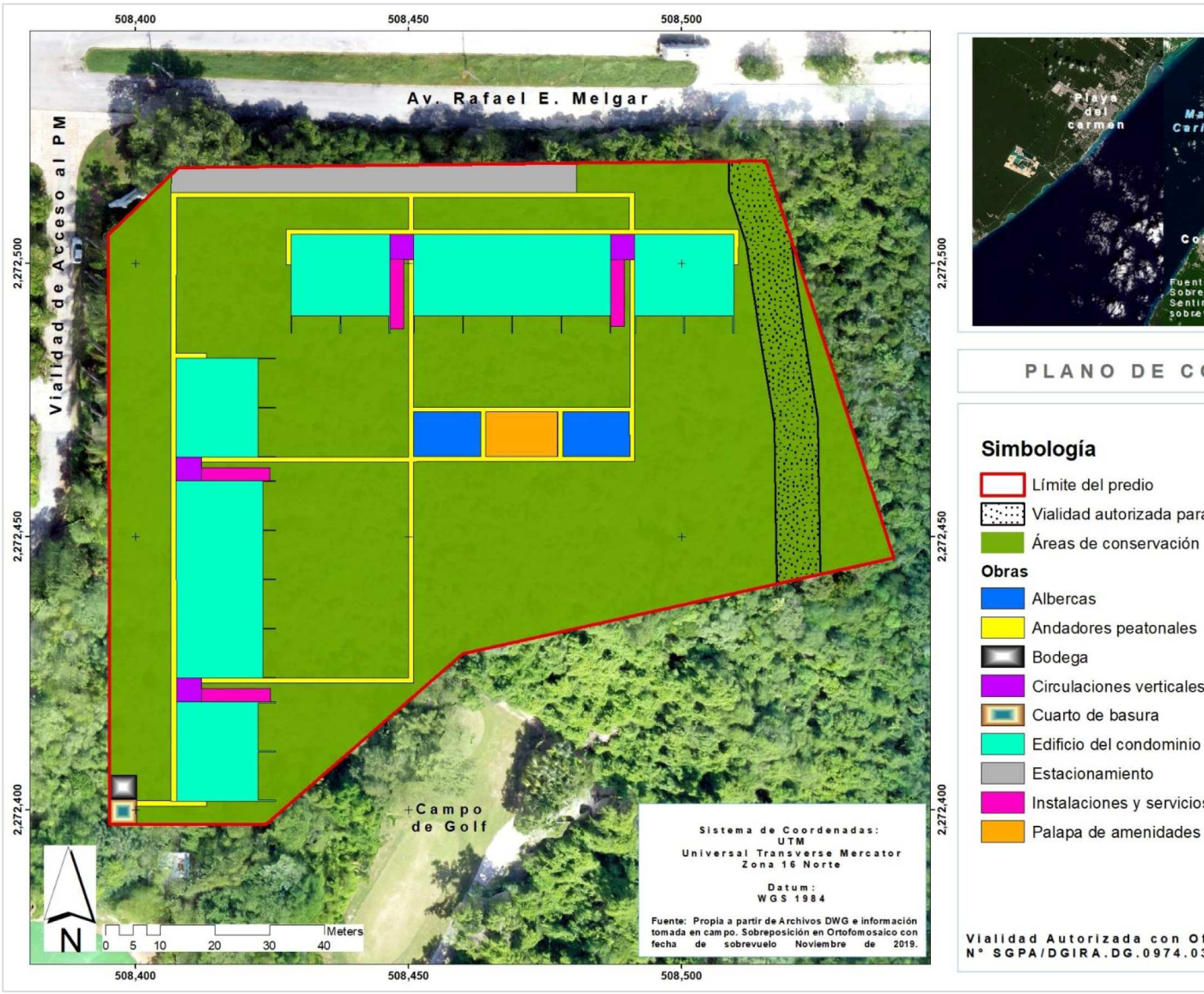


Figura 5. Plano de conjunto del proyecto.

1. EDIFICIOS DEL CONDOMINIO.

El Condominio contará con 2 edificios de tres niveles donde se distribuirán las 32 Villas. Los edificios tendrán una altura de 11.0 m. En el siguiente cuadro se muestran las obras que se consideran por nivel en cada edificio.

En los tres niveles de los edificios se distribuirán las Villas y en la azotea se considera un Roof Garden e instalaciones.

Cuadro 9. Se indican las superficies de construcción en cada nivel.

Edificios	Superficie de construcción (m^2)			
	Planta Baja	**Primer Nivel**	**Segundo Nivel**	**Azotea**
Edificio 1				
16 Villas Elevador y escaleras Roof garden	1,091.95	1,200.87	1,123.245	71.535
Edificio 2				
16 Villas Elevador y escaleras Roof garden	1,091.95	1,200.87	1,123.245	71.535
Suma	2,183.90	2,401.74	2,246.49	143.07
TOTAL	6,975.20			

Adicionalmente, en la planta baja se considera la superficie de construcción de las circulaciones verticales, la palapa de amenidades, de la bodega y el cuarto de basura que suman una superficie de 233.85 m^2. De acuerdo con lo anterior, la superficie total de construcción en planta baja es de 2,417.75 m^2.

Cuadro 10. Se indican las superficies de las obras en planta baja.

Obras en planta baja	Superficie (m^2)
Circulaciones verticales	80.91
Palapa de amenidades	107.91
Bodega y cuarto de basura	45.03
Total	233.85

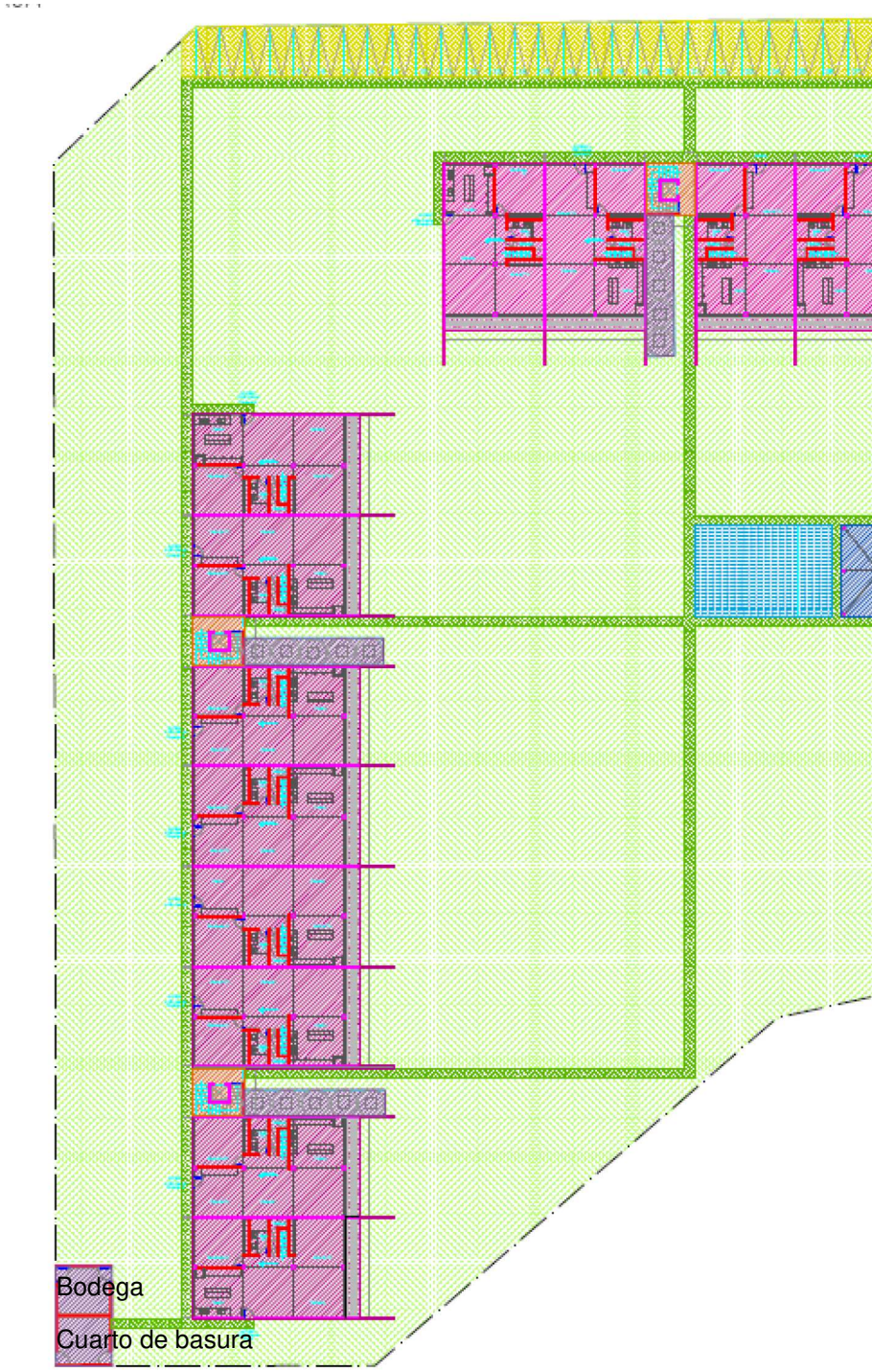


Figura 6. Se muestra el despl

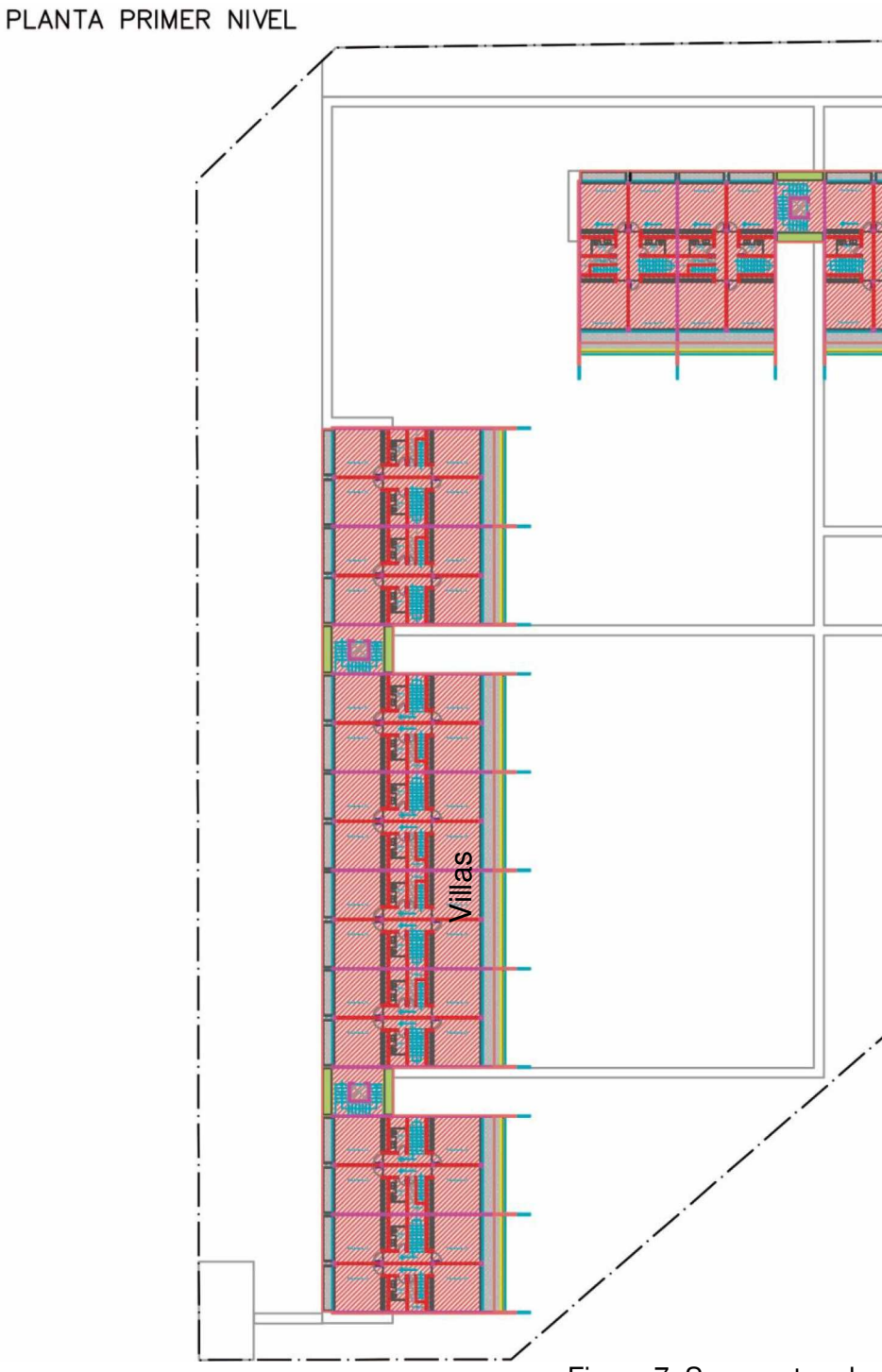


Figura 7. Se muestran los

Figura 8. Se muestran los e

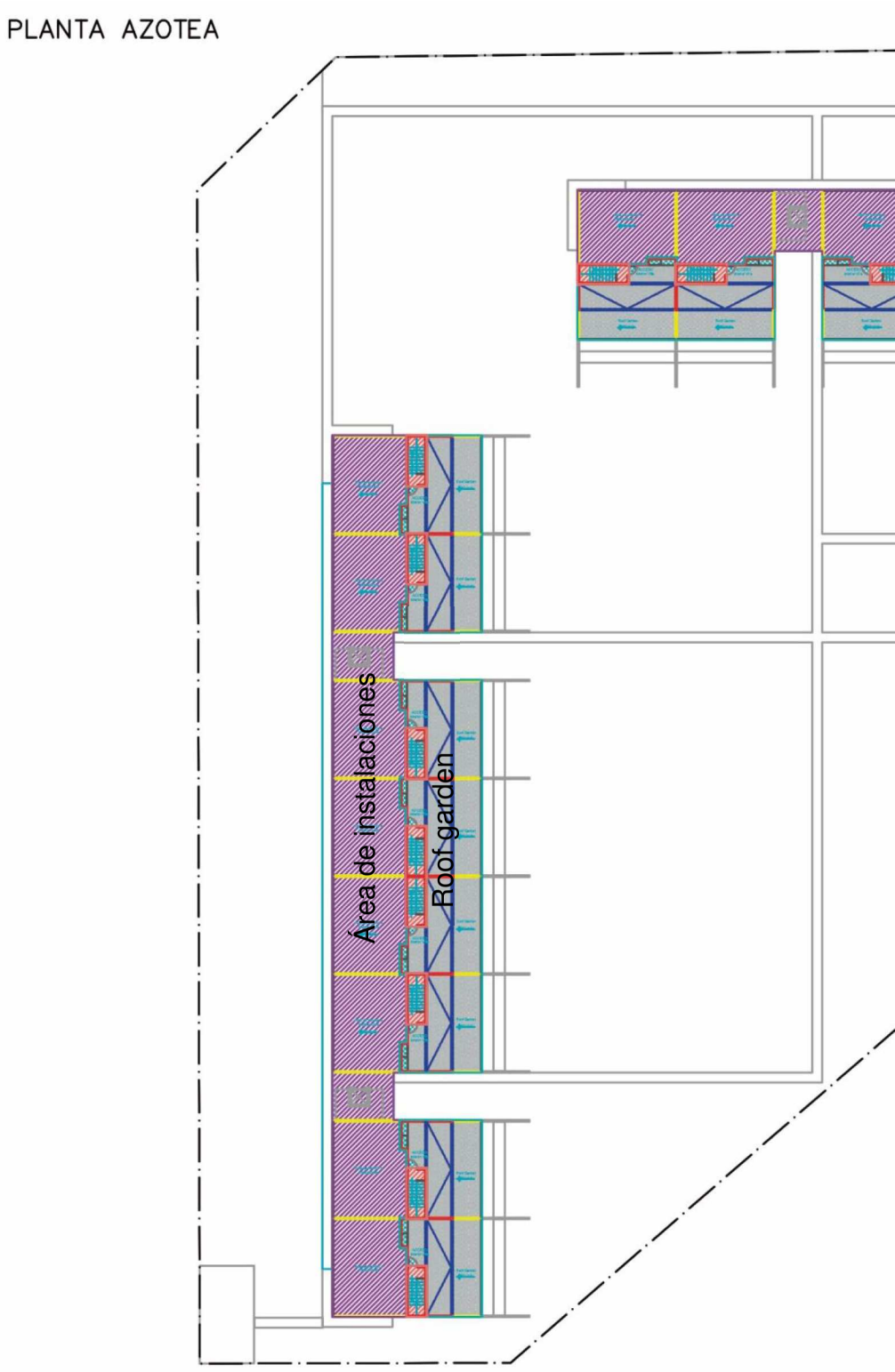


Figura 9. Se muest

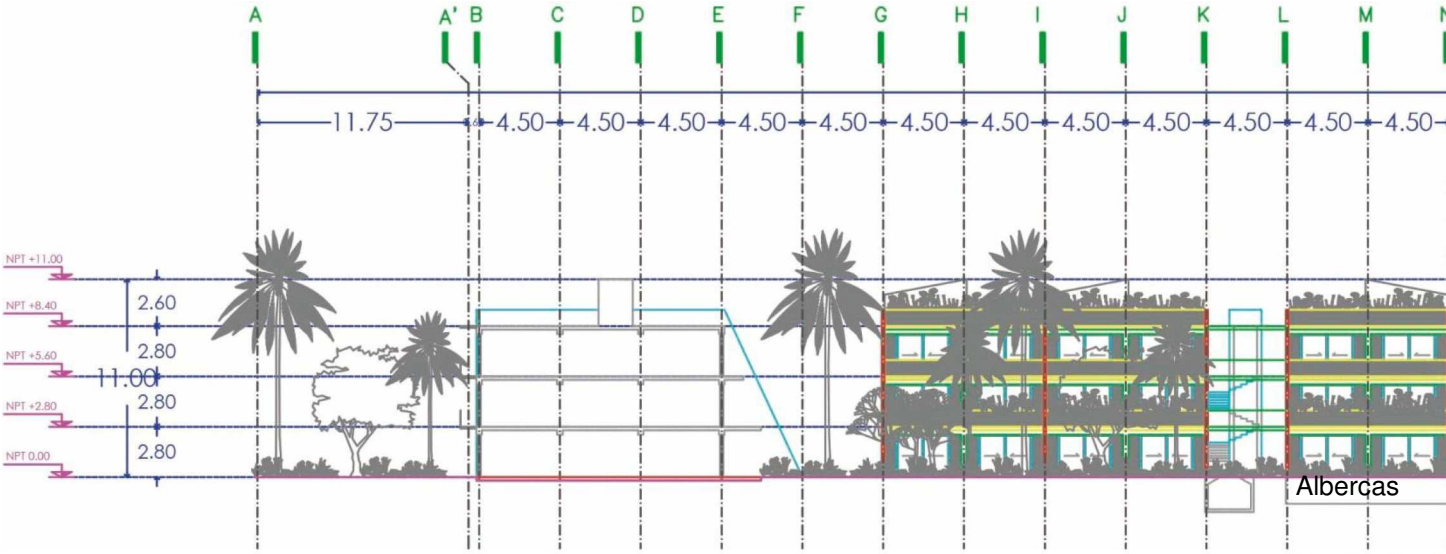


Figura 10. F

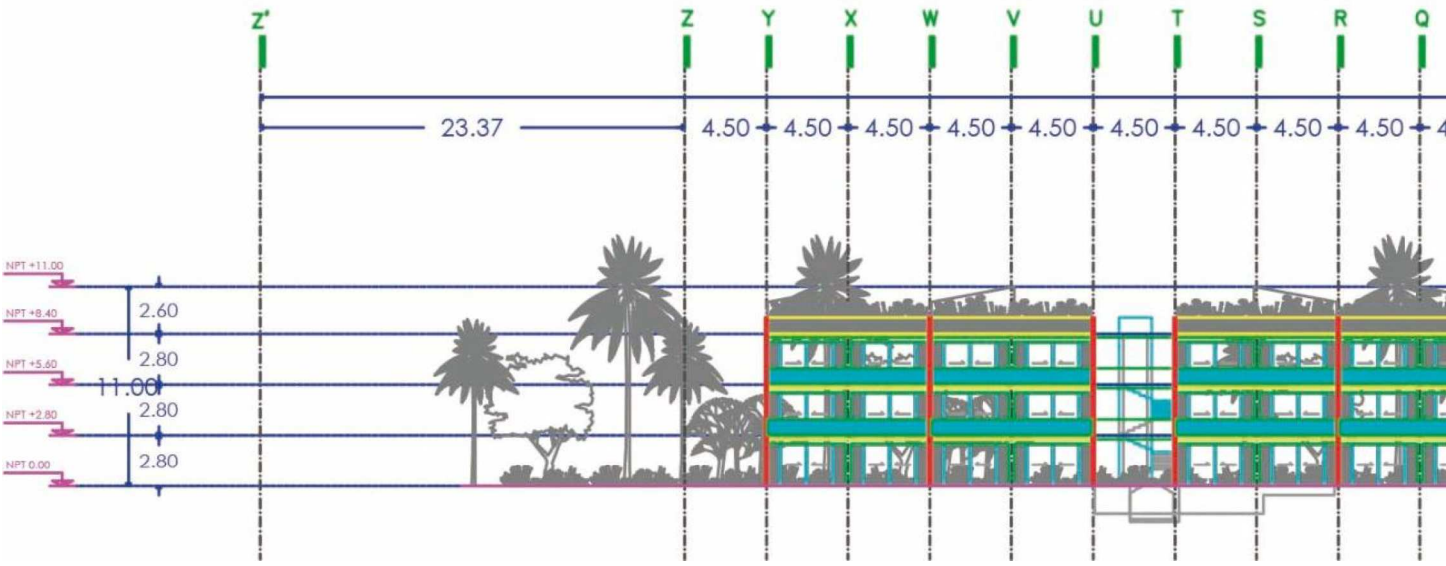


Figura 11. Fa

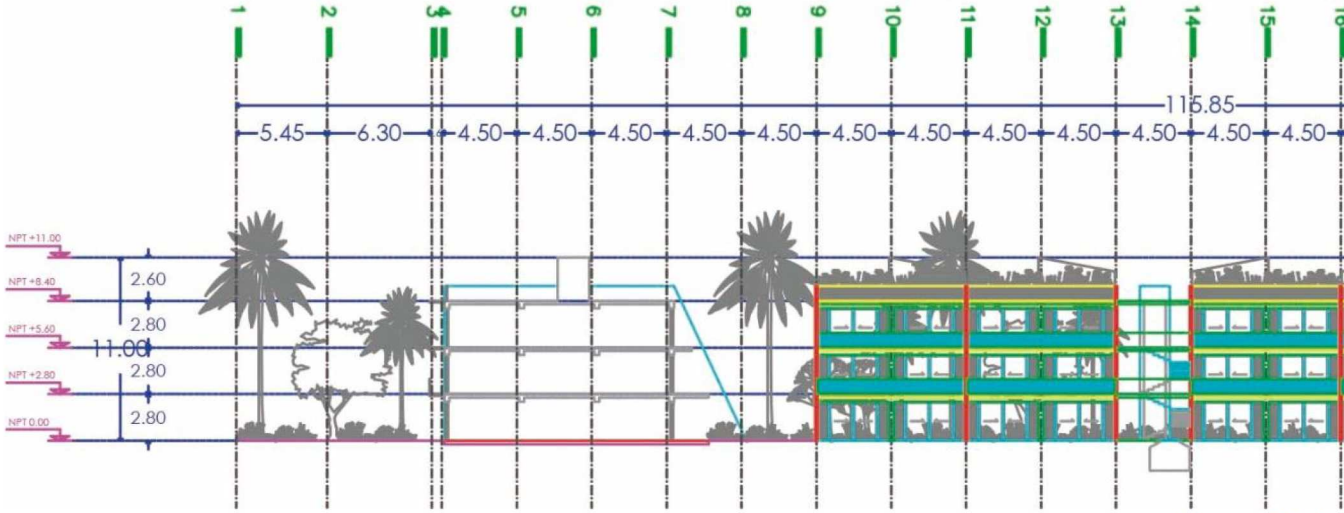


Figura 12. Fa

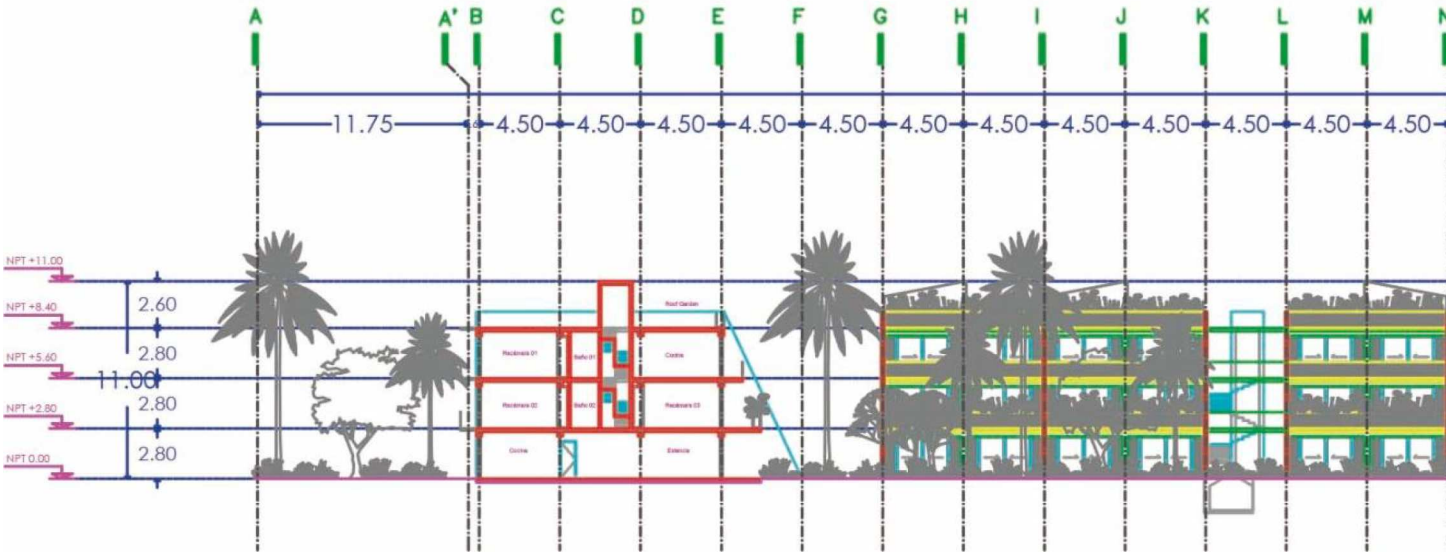


Figura 13. Corte de una sección donde

Tipos de Villas

En los edificios se consideran 4 tipos de villas, los cuales se describen a continuación.

Villas Garden Tipo 1.

Estas se distribuirán en planta baja y primer nivel. En planta baja contarán con cocina, estancia, sala de TV, una recámara, un sanitario completo, una bodega y terraza, estas serán de 14.85 m de largo por 9.08 m de ancho. En planta alta contarán con un sanitario completo, dos recámaras y terraza; y medirán 15.93 m de largo por 4.56 m de ancho.

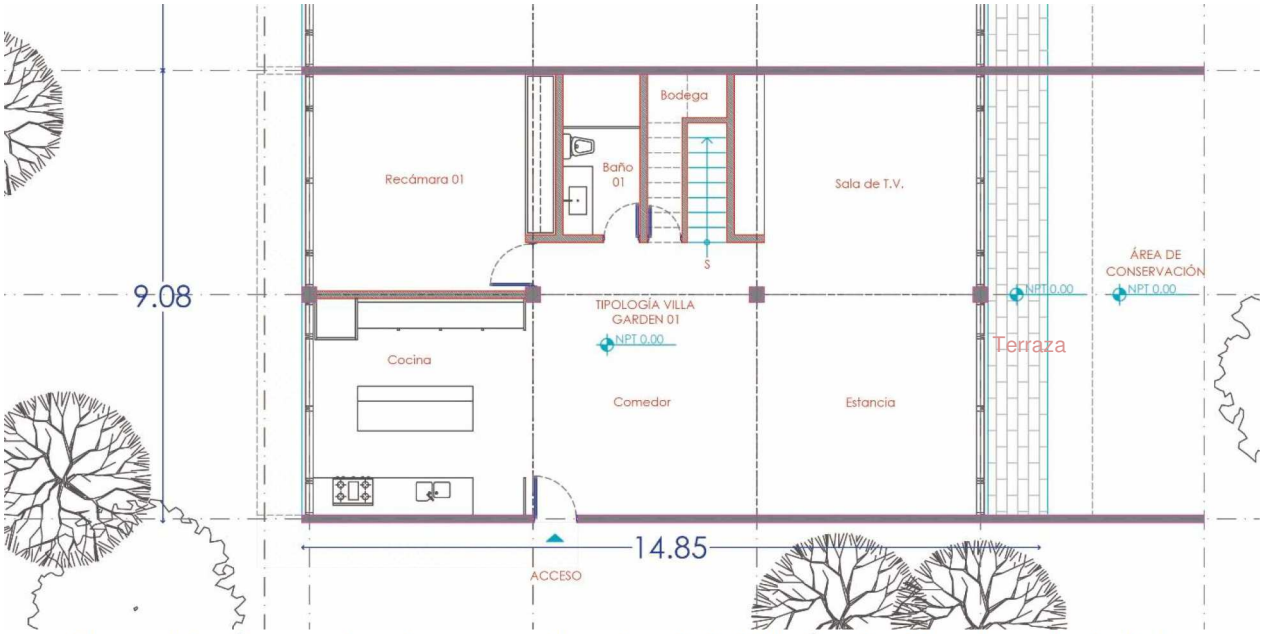


Figura 14a. Se muestran los compartimentos de la Villa Garden Tipo 1 en planta baja.

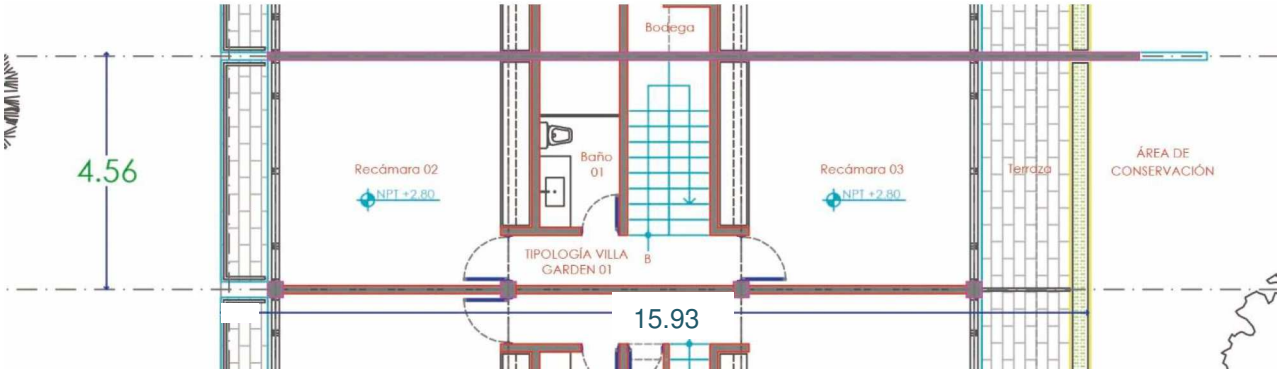


Figura 14b. Se muestran los compartimentos de la Villa Garden Tipo 1 en planta alta.

Villas Tipo Garden 02.

Estas se distribuirán en planta baja y primer nivel. En planta baja contarán con cocina, estancia, sala de TV, una recámara, un sanitario completo, una bodega y terraza, estas serán de 14.85 m de largo por 9.00 m de ancho. En planta alta contarán con un sanitario completo, dos recamaras y terraza; y medirán 15.82 m de largo por 4.56 m de ancho. Difieren de la anterior sólo en la ubicación de la cocina y la sala de TV.

Figura 15a. Se muestran los compartimentos de la Villa Garden tipo 2 en planta baja.

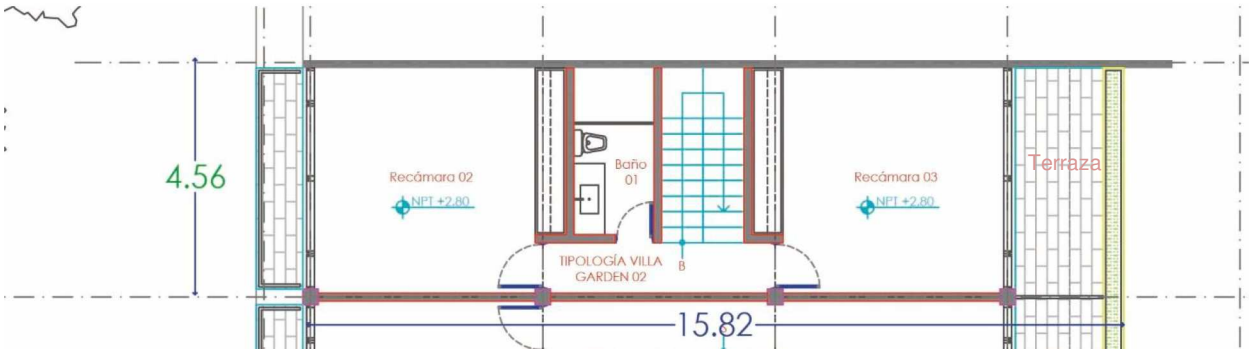


Figura 15b. Se muestran los compartimentos de la Villa Garden tipo 2 en planta alta.

Villas Roof Garden Tipo 1.

Estas se distribuirán en el primero y segundo nivel. En planta alta contarán con cocina, estancia, sala de TV, una recámara, un sanitario completo, una bodega y terraza, estas serán de 14.85 m de largo por 9.0 m de ancho. En planta baja contarán con un sanitario completo, dos recámaras y terraza, y tendrán 15.93 m de largo por 4.56 m de ancho. Estas tendrán acceso al roof garden.

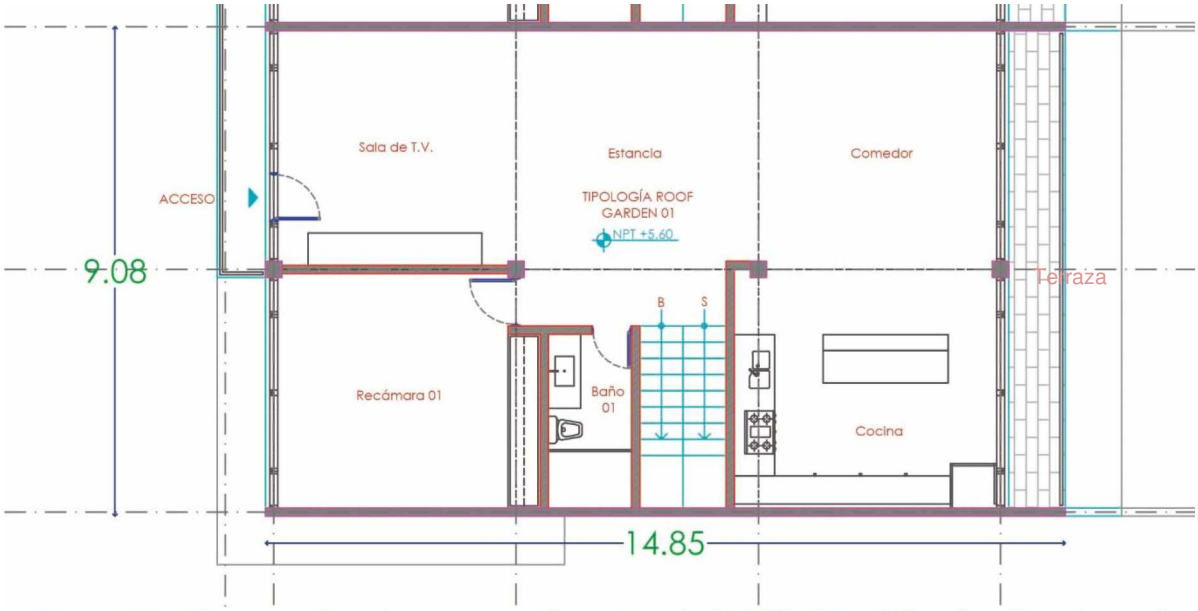


Figura 16a. Se muestran los compartimentos de la Villa Roof Garden tipo 1 en planta alta.

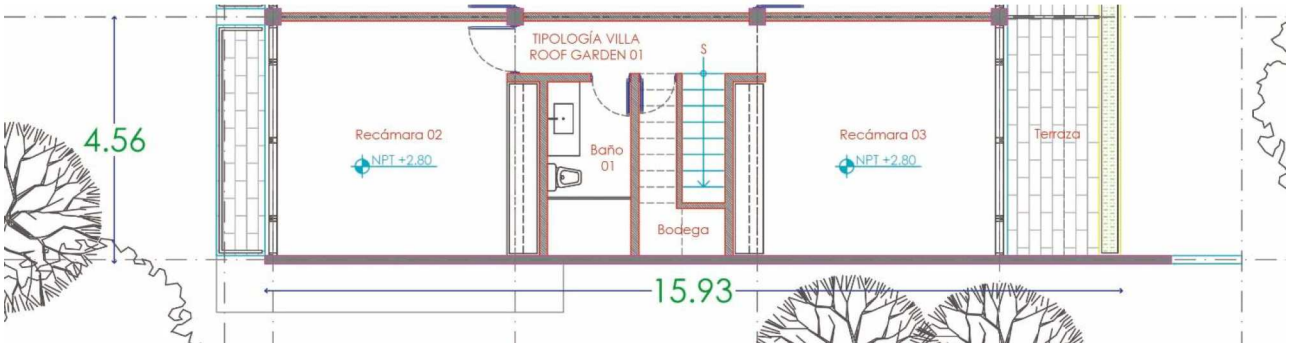


Figura 16b. Se muestran los compartimentos de la Villa Roof Garden tipo 1 en planta baja.

Villas Roof Garden Tipo 2.

Estas se distribuirán en el primero y segundo nivel. En planta alta contarán con cocina, estancia, sala de TV, una recámara, un sanitario completo, una bodega y terraza, estas serán de 14.85 m de largo por 9.0 m de ancho. En planta baja contarán con un sanitario completo, dos recámaras y terraza; y tendrán 15.82 m de largo por 4.56 m de ancho. Estas tendrán acceso al roof garden.

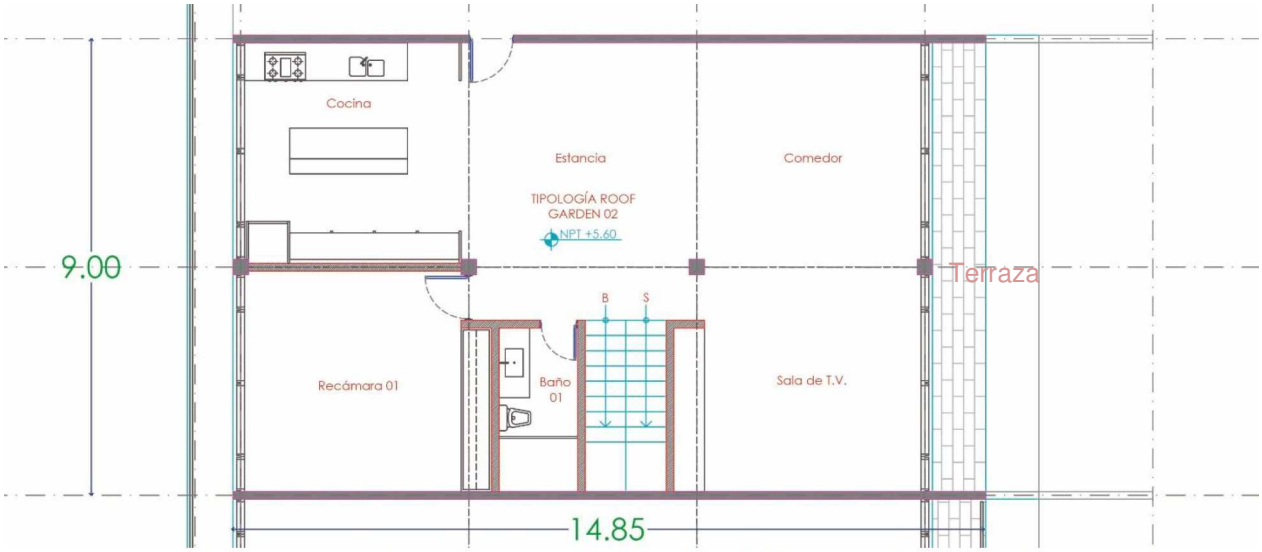


Figura 17a. Se muestran los compartimentos de la Villa Roof Garden tipo 2 en planta alta.

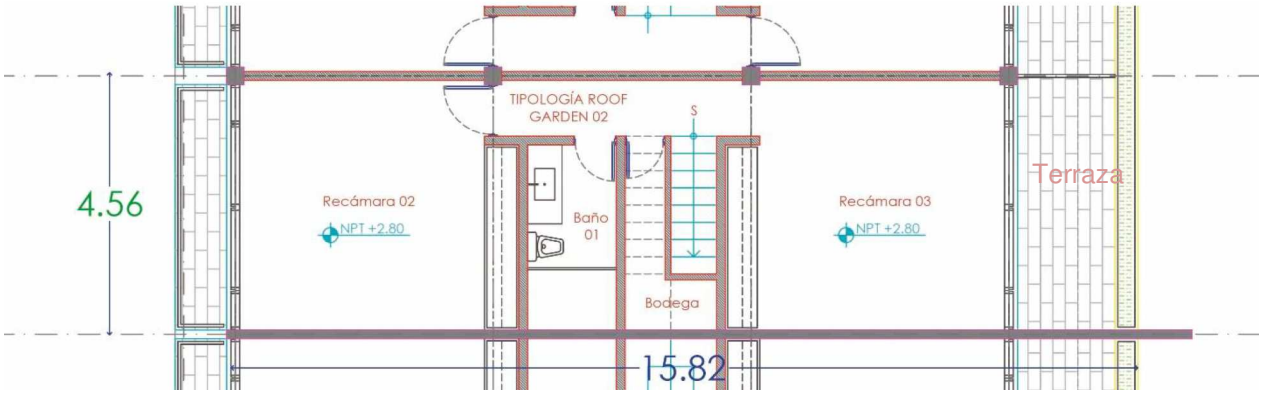


Figura 17b. Se muestran los compartimentos de la Villa Roof Garden tipo 2 en planta baja.

En el siguiente cuadro se presenta el número de Villas por tipo por nivel.

Cuadro 11. Se indica la distribución de las Villas por nivel.

Niveles	Edificio 1				Edificio 2			
	Villas Garden Tipo 1	Villas Garden Tipo 2	Villas Roof Garden Tipo 1	Villas Roof Garden Tipo 2	Villas Garden Tipo 1	Villas Garden Tipo 2	Villas Roof Garden Tipo 1	Villas Roof Garden Tipo 2
Planta Baja	2	6	0	0	3	5	0	0
Primer Nivel			4	4			4	4
Segundo Nivel	0	0			0	0		
Total	2	6	4	4	3	5	4	4
	16				16			
	32 Villas							

De acuerdo con la definición de equivalencia de número de cuartos de hotel incluida en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Cozumel (2008), se consideran como equivalentes:

a) *Un cuarto de motel a 1.0 cuarto de hotel.*
b) *Una junior suite a 1.5 cuartos de hotel.*
c) *Un departamento, estudio o llave hotelera, un camper sencillo, un cuarto de clínica, una cabaña rústica, villa o una suite a 2.0 cuartos de hotel.*
d) *Una vivienda residencial o residencia turística a 2.5 cuartos de hotel.*

En el caso del proyecto, se consideran 32 villas. De acuerdo con el POEL Cozumel, las Villas turísticas se definen de la siguiente manera:

Una Villa residencial turística se define como aquella casa habitación de tipo residencial que se ubica fuera de los límites urbanos del centro de población, su construcción estará condicionada a los criterios del presente ordenamiento.

En el siguiente cuadro se presenta la equivalencia en cuartos conforme los tipos de habitación que se proponen, esto con base en las equivalencias establecidas en el POEL Cozumel.

Cuadro 12. Tabla de equivalencia en cuartos respecto de las Villas del proyecto.

Cuartos del proyecto		Equivalencias de acuerdo al POEL Cozumel		
Tipo	Cantidad	Tipo	Equivalencia	No. de cuartos
Villas Tipo Garden 01	5	Villa	2 cuartos	10
Villas Tipo Garden 02	11	Villa	2 cuartos	22
Villas Tipo Roof Garden 01	8	Villa	2 cuartos	16
Villas Tipo Roof Garden 02	8	Villa	2 cuartos	16
Total	32		Total	64

De acuerdo con lo anterior, las 32 villas que se proponen equivalen a 64 cuartos, por lo que el proyecto cumple con la densidad permitida.

2. PALAPA DE AMENIDADES.

Esta consiste de una palapa cubierta que contará con un sanitario para hombres y mujeres, un área de preparación de alimentos, así como sillas y mesas. Esta ocupará una superficie de 107.91 m^2, será hecha a base de 12 postes de concreto y techo de palapa cubierto con zacate.

Figura 18a. Se muestra un corte de la palapa de amenidades.

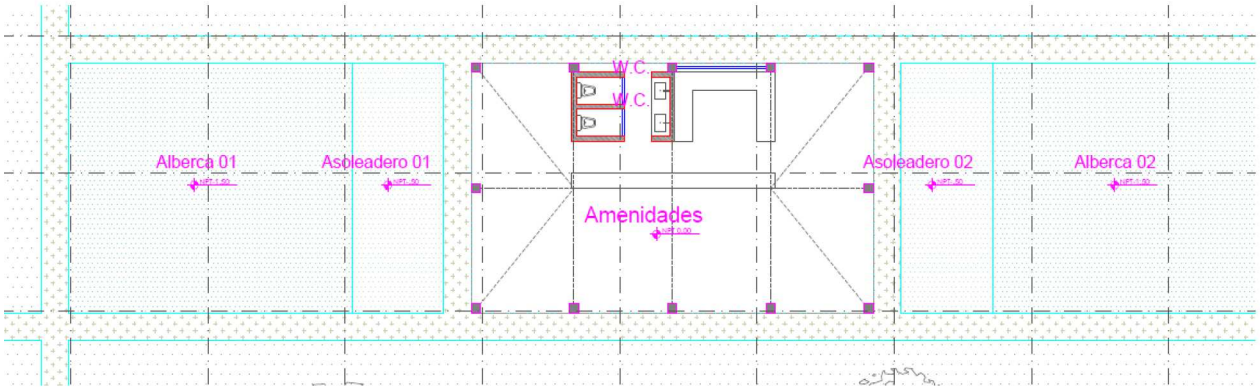


Figura 18b. Se muestra la planta de la palapa de amenidades.

3. CIRCULACIONES VERTICALES.

En este rubro se incluye el área ocupada por las escaleras y el cubo del elevador. Se contemplan dos en cada edificio, los cuales ocuparán una superficie de 80.91 m^2.

4. ALBERCAS CON ASOLEADEROS.

Se consideran dos albercas rectangulares, cada una tendrá una superficie de 76.025 m^2 por lo que ocuparán una superficie total de 152.06 m^2. Cada alberca tendrá un área de asoleaderos de 24.525 m^2, ocupando un área total de 49.05 m^2. Las albercas con los asoleaderos tendrán una superficie total de 201.11 m^2.

Estas contarán con un sistema de bombeo y filtrado con recirculación y clorificador integrado a sistema de recirculación. El cuarto de máquinas de las albercas estará bajo de cada una.

Figura 19. Se muestra un corte donde se observan las albercas y la palapa de amenidades.

5. ANDADORES PEATONALES.

Los andadores peatonales se utilizarán para llegar a las albercas y la palapa de amenidades desde los edificios del condominio. También se construirán andadores peatonales en la parte posterior de los edificios para acceder a las Villas, y atrás de uno de los edificios para llegar al estacionamiento. Asimismo, se considera un andador peatonal que llegará a la bodega de instalaciones y al cuarto de basura.

Estos tendrán un ancho de 0.90 m y ocuparán una superficie de 549.29 m^2. Los andadores serán construidos a base de arena compactada.

Figura 20. Se muestran los andadores en verde, las albercas con asoleaderos en azul claro y la palapa de amenidades en azul marino.

6. ESTACIONAMIENTO.

El área de estacionamiento tendrá una superficie de 365.29 m^2 y contará con 32 cajones de estacionamiento de 5.30 m de largo por 2.40 m de ancho. El estacionamiento será hecho a base de hidrocreto blanco.

Figura 21. Se muestra el área de estacionamiento frente a uno de los edificios.

7. BODEGA DE INSTALACIONES Y CUARTO DE BASURA.

La bodega de instalaciones y el cuarto de basura se encontrarán atrás del edificio ubicado al oeste.

La bodega de instalaciones contará con un cuarto de máquinas y con materiales y equipos necesarios para actividades de mantenimiento. A un costado de esta se encontrará el cuarto de basura. El cuarto de basura contará con una cámara fría para basura orgánica y una cámara seca para basura inorgánica y reciclables, las cuales serán habilitadas conforme a la normatividad aplicable.

8. INSTALACIONES Y SERVICIOS.

En este concepto se incluyen las cisternas y biodigestores, que se instalarán en dos módulos en cada edificio.

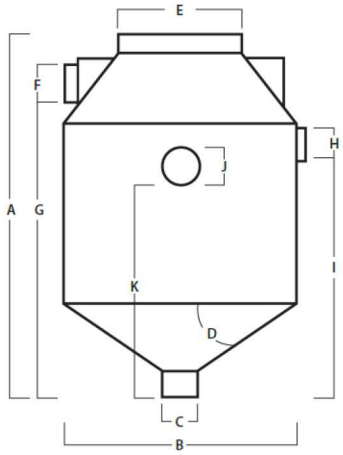
Biodigestores.

Se consideró el uso de biodigestores, ya que en este momento no hay viabilidad de realizar la conexión a la red de drenaje municipal por la distancia a la que se encuentra la toma de la conexión. Sin embargo, en un futuro se realizará la conexión. Para el manejo de las aguas residuales que se generen en los condominios, en cada edificio se propone instalar un biodigestor autolimpiable de la marca Rotoplas, el cuál cumplirá con las especificaciones establecidas en la NOM-006-CONAGUA-1997.

Partiendo del volumen de agua que se utilizará en los edificios del condominio que corresponde a un volumen de 18,688.00 m^3/año, es decir 51.2 m^3/día, se considera que se generará el 75 % de aguas residuales del volumen calculado, dado que el 25 % restante se pierde al pasar por el drenaje interno. De acuerdo con lo anterior, se espera generar un volumen de aguas residuales de 38.4 m^3/día.

Se propone instalar 6 biodigestores de 7,000 litros de capacidad, es decir de 7.0 m^3, los cuales tendrán las siguientes dimensiones (Figura 22). Adicionalmente se considera instalar otro biodigestor con cisterna para el tratamiento de las aguas residuales que se generen en la palapa de amenidades, los cuales se ubicarán también en el área de instalaciones del edificio norte y se conectarán por medio de tubería, por lo que en total se consideran 7 biodigestores, con capacidad para almacenar 49.0 m^3. Se anexa ficha técnica (Anexo 1).

Biodigestor Marca Rotoplas



Dimensiones

A	2.60 m
B	2.40 m
C	0.25 m
D	45°
E	18 °
F	4 ''
G	2.38
H	2"
I	2.27 m
J	2"
K	1.87 m

Figura 22. Se muestran las dimensiones del tipo de biodigestor que se propone utilizar.

El biodigestor consta de un tanque con tapa donde se realiza el tratamiento de las aguas residuales, el cual cuenta con entrada de aguas negras, acceso para limpieza, salida de agua tratada y válvula de extracción de lodos (Figura 23).

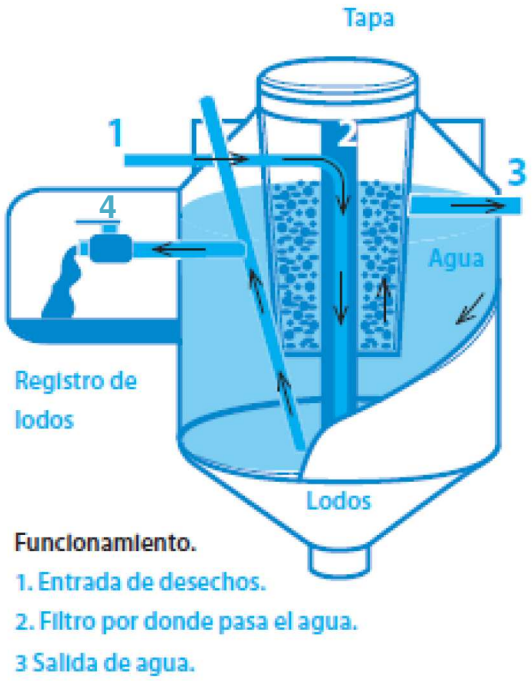


Figura 23. Se muestra un esquema de un biodigestor.

Funcionamiento. El agua entra por el tubo 1 hasta el fondo, donde las bacterias empiezan la descomposición, luego sube y pasa por el filtro 2, donde los microorganismos adheridos al material filtrante retienen otra parte de la materia. El agua tratada sale por el tubo 3 y se descargará a una cisterna para ser clorada. Cada año se extraerá el lodo

acumulado y digerido por la válvula 4 y será entregado a una empresa autorizada en su manejo.

Para la instalación de cada biodigestor se deberá excavar a una profundidad menor a 2.60 m, ya que tendrá una altura de 2.60 m, un diámetro de 2.40 m y será semienterrado.

Los biodigestores marca Rotoplas son sistemas eficientes para el tratamiento de las aguas residuales que permiten extraer los lodos o material digerido y tiene una vida útil de más de 35 años.

El agua residual tratada que salga de cada biodigestor será almacenada en cisternas de 7.0 m^3 ubicadas junto a estos, donde el agua será clorada con pastillas de cloro para eliminar los patógenos y será utilizada para actividades de limpieza previo cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996 y NOM-003-SEMARNAT-1997.

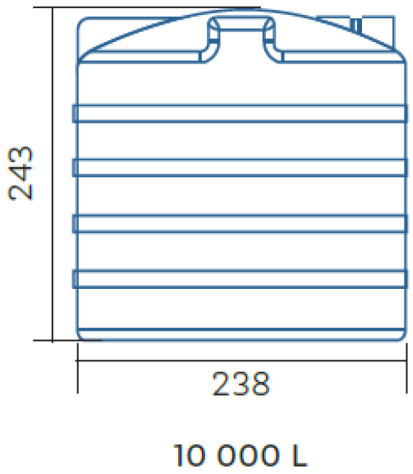
De acuerdo con lo anterior se contará con 7 biodigestores y 7 cisternas, distribuidas en los dos edificios.

Cisternas

Retomando los volúmenes de agua que se calcularon para la operación del proyecto, se requiere de un volumen de agua potable de 18,688.00 m^3/año para el condominio y 2,496.60 m^3/año para las albercas, que suman un volumen total de 21,184.60 m^3/año, que equivale a 58.04 m^3/día, es decir 58,040.00 litros/día. Se contará con 6 cisternas de 10,000 litros para el almacenamiento del agua distribuidas en los dos edificios.

Para almacenar agua potable se instalarán 6 cisternas de 10,000 litros (10.0 m^3) de la marca Rotoplas las cuales tendrán las siguientes dimensiones (Figura 24). Se anexa ficha técnica (Anexo 2).

Cisterna Marca Rotoplas



Dimensiones

Diámetro	2.38 m
Altura con tapa	2.43 m
Diámetro con tapa	0.60 m

Figura 24. Se muestran las dimensiones del tipo de cisterna que se propone utilizar.

Conforme a lo descrito se instalarán 7 biodigestores de 7.0 m^3, 7 cisternas de 7.0 m^3 y 6 cisternas de 10.0 m^3, lo que da un total de 20 biodigestores y cisternas. Cada edificio contará dos bloques de 5 cisternas y biodigestores cada uno, dando un total de 20 biodigestores y cisternas, distribuidos de la siguiente forma (Figura 25).

Figura 25. Se muestra la distribución de cisternas y biodigestores. B=Biodigestor y C=Cisternas.

9. ÁREAS DE CONSERVACIÓN.

En una superficie de 8,449.33 m^2, que representa el 66.40 % de predio, se mantendrá la vegetación de selva mediana subperennifolia en estado natural y áreas reforestadas. De la superficie destinada para conservación, un área de 111.05 m^2, que corresponden a una brecha de terracería será reforestada con especies nativas derivadas del rescate de vegetación que se realizará en el predio.

3.1 SUPERFICIE DE AFECTACIÓN POR TIPO DE VEGETACIÓN.

El predio del proyecto en su mayor parte está cubierto con vegetación de Selva Mediana Subperennifolia, posee una brecha de terracería y tiene un área que fue autorizada para vialidad del Plan Maestro, la cual aún no ha sido desmontada.

Para el proyecto se ocupará una superficie de aprovechamiento de 3,655.08 m^2, que representa el 28.73 % del predio, mientras que 620.20 m^2 (4.87%) serán utilizados para una vialidad del Plan Maestro Cozumel Country Club que ya cuenta con autorización en materia de impacto ambiental para su construcción. En tanto que la superficie restante, que corresponde a una superficie de 8,449.33 m^2, es decir el 66.40 % del predio, se destinará como conservación.

De la superficie de aprovechamiento del proyecto (3,655.08 m^2), un área de 3,621.57 m^2 está cubierta con vegetación de selva mediana subperennifolia y 33.51 m^2 poseen una brecha de terracería existente. Mientras que la superficie que se destinará como conservación (8,449.33 m^2), un área de 8,338.28 m^2 se mantendrán con vegetación de selva mediana subperennifolia y una superficie de 111.05 m^2 corresponden a una brecha de terracería que será reforestada.

Cuadro 13. Se indican las superficies de aprovechamiento del proyecto y del Plan Maestro.

Tipos de vegetación	Superficie	%	Aprovechamiento proyecto (m^2)	%	Aprovechamiento ya autorizado al Plan Maestro (m^2)	%	Total
Selva Mediana Subperennifolia	12,580.05	98.86	**3,621.57**	28.46	**620.20**	4.87	4,241.77
Brecha de terracería	144.56	1.14	33.51	0.26	0.00	0.00	33.51
Total	**12,724.61**	**100**	**3,655.08**	**28.73**	**620.20**	**4.87**	**4,275.28**

En el siguiente cuadro se indican las superficies que se utilizarán del predio, considerando los 3,621.57 m^2 del proyecto y los 620.20 m^2 de la vialidad autorizada para el Plan Maestro. La superficie restante se destinará para conservación.

Cuadro 14. Se indican las superficies de aprovechamiento que serán utilizadas en el predio, y las destinadas para conservación.

Tipos de vegetación	Superficie	%	Aprovechamiento (m^2)	%	Conservación (m^2)	%
Selva Mediana Subperennifolia	12,580.05	98.86	**4,241.77**	33.34	8,338.28	65.53
Brecha de terracería	144.56	1.14	33.51	0.26	111.05	0.87
Total	**12,724.61**	**100**	**4,275.28**	33.60	**8,449.33**	**66.40**

Considerando que la vialidad del Plan Maestro ya cuenta con autorización en materia de impacto ambiental y en materia de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, sólo se solicita autorización para realizar el cambio de uso de suelo en áreas forestales en una superficie de 3,621.57 m^2, que representa el 28.46 % del predio.

En el siguiente cuadro se indican las superficies que ocupará cada una de las obras del proyecto por tipo de cobertura. En la figura 26 se muestran las areas de desplante sobre la vegetación del predio, así como las áreas de conservacion del proyecto.

Cuadro 15. Se indican las superficies que ocupará cada una de las obras del proyecto por tipo de cobertura.

Obras	Tipos de vegetación y coberturas		
	Selva Mediana Subperennifolia (m^2)	Brecha de terracería (m^2)	Superficie total de afectación por obra (m^2)
Edificio del condominio	2,157.79	26.11	2,183.90
Circulaciones verticales	80.91	0.00	80.91
Palapa de amenidades	107.91	0.00	107.91
Albercas con asoleaderos	201.11	0.00	201.11
Bodega y cuarto de basura	45.03	0.00	45.03
Instalaciones y servicios	121.64	0.00	121.64
Andadores peatonales	541.89	7.4	549.29
Estacionamiento	365.29	0	365.29
Total de aprovechamiento	**3,621.57**	**33.51**	**3,655.08**

Figura 26. Se muestran las áreas de aprovechamiento sobre el tipo de vegetación

3.2 PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO:

El proyecto se pretende construir en 10 años. De manera previa se llevarán a cabo los trámites necesa
preliminares y la preparación del sitio en el primer semestre, la etapa de construcción iniciará en el se
etapa de operación de los condominios hasta el fin de la vida útil del proyecto (100 Años).

		AÑO 1		AÑO 2		AÑO 3		
CONCEPTO/SEMESTRES	PREVIO	1	2	1	2	1	2	
LICENCIAS Y PERMISOS								
PREPARACIÓN DEL SITIO								
PREELIMINARES								
DESMONTE Y DESPALME								
CONSTRUCCIÓN								
OBRAS PROVISIONALES								
CIMENTACIÓN DE EDIFICIOS								
ANDADORES PEATONALES								
ESTACIONAMIENTO								
ESTRUCTURA								
ALBAÑILERÍA Y APLANADOS								
INSTALACIONES ESPECIALES								
PISOS Y RECUBRIMIENTOS								
CANCELERÍA								
PASTA Y PINTURA								
ALBERCAS Y PALAPA DE AMENIDADES								
INST. ELECTRICA								
INST. HIDROSANITARIA								
INSTALACIÓN DE EQUIPOS								
INSTALACIONES Y SERVICIOS								
LIMPIEZAS								
OPERACIÓN								

3.3 OBRAS Y ACTIVIDADES QUE SE REALIZARÁN.

El proceso de consolidación del proyecto tendrá tres etapas:

Etapa de preparación del sitio: Esta consiste básicamente en reunir las condiciones necesarias para la limpieza y trazo de las obras en el terreno. Se llevarán a cabo las actividades de desmonte, despalme, recuperación de sustrato, triturado de material vegetal, trazo y nivelación de la plataforma para las obras. Así como el estudio de mecánica de suelos.

Etapa de construcción: Para la construcción de los edificios, bodega, cuarto de basura y circulaciones verticales, se llevará a cabo la cimentación, levantamiento de paredes, colado de losas, albañilería, acabados, instalación de muebles, acabados, instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas. También se construirán los andadores peatonales, albercas, palapas de amenidades y estacionamiento.

Etapa de operación: Inicia con la ocupación del condominio por parte de los inquilinos, el uso de las albercas, de la palapa de amenidades, los andadores peatonales y el estacionamiento. En esta etapa se llevará a cabo el mantenimiento preventivo y correctivo, así como la limpieza de las instalaciones comunes.

3.4 PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN.

Después del levantamiento topográfico se realizará el rescate selectivo de flora y fauna del predio, dando mayor prioridad a las especies que se encuentren enlistadas en alguna categoría de la Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

Las plantas rescatadas se trasladarán al vivero provisional que se instale en el predio dentro de las áreas de aprovechamiento, donde recibirán los cuidados necesarios mediante su riego, poda, aplicación de fertilizantes y deshierbe. En caso de capturar ejemplares de fauna serán liberados en las áreas de conservación.

Se procederá a realizar las actividades de desmonte y despalme del sitio, el primero se refiere al derribo de la vegetación arbórea, arbustiva y herbácea, mientras que el segundo al retiro del suelo.

El desmonte y despalme se realizará utilizando un tractor tipo Buldozer Cartepillar D8L o similar, auxiliado con métodos manuales y apilando el material vegetal dentro del área de aprovechamiento del proyecto. El material vegetal producto del desmonte será triturado.

En las áreas desmontadas se recuperará el suelo y la tierra vegetal y se acumulará en un sitio específico dentro del área de aprovechamiento, posteriormente será cribada para su integración en las áreas de reforestación.

Se procederá con los trabajos de estudios de mecánica de suelos, nivelación para las obras preliminares, así como la nivelación de las áreas donde se desplantarán las obras proyectadas.

Una vez realizada esta actividad, se preparará la plataforma de trabajo en donde se colocarán las cimentaciones, que servirán de apoyo para las diferentes áreas.

3.5 DESCRIPCIÓN DE OBRAS Y ACTIVIDADES PROVISIONALES DEL PROYECTO.

Sanitarios portátiles: Se requiere de la instalación de sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 20 trabajadores, los cuales recibirán limpieza y mantenimiento cada tercer día por parte de una empresa que cuente con permiso de la autoridad competente para realizar la colecta y traslado de las aguas residuales a la planta de tratamiento más cercana de la Isla de Cozumel.

Bodega. Se habilitará una bodega a base de láminas para el resguardo de los materiales y herramientas que se utilicen durante la construcción del proyecto.

Comedor. Se habilitará un área para comedor de obra para dar servicio de alimentos y bebidas.

Caseta. Se tendrá una caseta de control de acceso por la cual se llevará el registro de todo personal, equipo y material que ingrese al predio.

No se contempla la instalación de campamentos, ya que la totalidad de los trabajadores provendrán de la Isla de Cozumel.

3.6 ETAPA DE CONSTRUCCIÓN.

Edificios, circulaciones verticales, bodega y cuarto de basura.

La construcción de los edificios se realizará a base de una cimentación con zapatas, trabes de liga y losa de cimentación pretensada y bovedilla; los muros estarán conformados de piedra caliza de la región y block de cemento, mismos que serán aplanados con cemento mortero y en algunos casos recubiertos con laja de piedra caliza de la región y la techumbre será recubierta hacia el exterior con ladrillo de barro.

Sin embargo, el tipo de cimentación final será determinado con los resultados del Estudio de Mecánica de Suelos que se lleve a cabo previo al inicio de obras.

En el proyecto está contemplada la instalación de un sistema de drenaje pluvial el cual canalizará el agua de las azoteas de los edificios por gravedad hacia las áreas de conservación.

Palapa de amenidades

Esta palapa será construida a base de 12 pilotes de concreto, los cuales serán hincados utilizando una máquina piloteadora. El techo de la palapa se construirá con postes de madera y se cubrirá con zacate.

Andadores peatonales.

Se trazarán los niveles de las plataformas a rellenar de los andadores, los cuales serán con arena compactada.

Albercas.

Para la construcción de las albercas se realizará la excavación con rotomartillo hidráulico y retroexcavadora. Se comenzará con la construcción, donde primeramente se colocarán puentes de trazo definitivos que servirán como referencia para la colocación de las cimbras, una vez colocadas estas estructuras se procederá al colado de las mismas y la colocación de las instalaciones de la
alberca, así como de la iluminación de la misma. Finalmente, se hará el curado del concreto y una vez terminado se aplanarán los muros y se preparará toda la superficie para recibir el veneciano.

Estacionamiento.

Se trazarán los niveles de las plataformas a rellenar para el estacionamiento, los cuales serán con sascab y se compactará al 98 % proctor para dar la capacidad de carga necesaria, esto se hará en capas de aproximadamente 20 cm de espesor. Posteriormente, se realizará la estructura y se conformarán con hidrocreto.

3.6.1 Requerimientos de mano de obra durante la etapa de construcción.

Para la construcción del proyecto, se requerirá la contratación de alrededor de 41 trabajadores, los cuales serán requeridos a lo largo del desarrollo constructivo de la obra. La mano de obra será contratada en la Isla de Cozumel. El número de personas de cada oficio se presenta en el cuadro 16.

Cuadro 16. Personal requerido para la construcción de las obras.

Oficio	No. personas
Peón	25
Cabo de obra	1
Albañil	3
Oficial albañil	3
Operador de tractor D4E y trascabo	1
Plomero	5
Topógrafo	3
Total	**41**

3.6.2 Requerimientos de equipo.

Durante las actividades del proyecto, se requerirá maquinaria y equipo como retroexcavadoras, grúas, tractores, volquetes, etc. El equipo requerido durante la construcción se enlista en el cuadro 17.

Cuadro 17. Equipo requerido para la construcción de las obras.

Herramienta y equipo	Unidad
Cortadora Black & Decker modelo Jaguar	1
Equipo de corte Harris con oxi-gas	1
Vibrador para concreto de 5 Y 8 HP	1
Revolvedora de 1 saco de 12 HP	1
Placa Vibratoria	1
Transito National K-E CHS	1
Estación Total Sokkia SET 630RK	1
Compresor 177 pcm 45 HP	1
Pistola perforadora neumática	1
Camión de volteo Famsa-Benz	1
Cargador Frontal 930H Caterpillar 150HP	1
Tractor modelo D 8T Caterpillar de 310 HP	1
Tractor modelo D6D Caterpillar de 140 HP	1
Cargador-Retroexcavadora CAT 426C 80HP 7	1
Motoconformadora CAT 120H BR, 140 hp	1
Compactador Dynapac CA25A, 119 hp 9.85ton	1
Vibrocompactador 10 ton Caterpillar CS53	1
Rodillo Vibratorio Wacker RD27 33.7 HP	1
Bomba Autocebante de 4"	1
Placa Vibratoria	1
Nivel tipo Dumpy	1
Herramienta Menor	1
Marco 155-0 (Andamios Atlas)	1
Cruceta 555-08 (Andamios Atlas)	1
Base 300-0 (Andamios Atlas)	1
Plataforma Metálica 2.13 m TD/S-7	1
Pie Derecho 701-0 (Andamios Atlas)	1
Cople 205-0 (Andamios Atlas)	1
Charola 78-05 (Andamios Atlas)	1
Total	**29**

3.7 ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Una vez concluida la construcción del proyecto, la operación de las obras estará a cargo de la promovente, quien será responsable de la recolección de los residuos que se generen y del mantenimiento en general de las obras dentro del predio.

La etapa de operación consistirá en mantener limpias y en funcionamiento las instalaciones; para ello se contará con un programa de mantenimiento preventivo y correctivo.

Las actividades de mantenimiento que se realizarán en la etapa de operación incluyen las revisiones periódicas de las instalaciones hidráulicas, eléctricas, sanitarias, y del estado de los edificios en general.

Las actividades de mantenimiento para las instalaciones, consistirán en:

- Verificación periódica de instalaciones, cuarto de máquinas y equipo.
- Pintar las instalaciones cuando sea requerido.
- Si alguna instalación sufriera daño se realizarán las acciones de mantenimiento en ese momento.
- Se realizará la limpieza de todas las instalaciones del desarrollo.
- Se realizará el mantenimiento de las albercas y la palapa de amenidades.
- Se realizará la limpieza de las áreas comunes del desarrollo.

Resulta importante mencionar que los servicios de seguridad, limpieza de vialidades que colindan con el lote, el alumbrado público y recolección de basura en esta etapa, serán prestados por el Plan Maestro Cozumel Country Club.

3.8 DESCRIPCIÓN DE OBRAS ASOCIADAS AL PROYECTO.

El proyecto no contempla obras asociadas.

3.9 ETAPA DE ABANDONO DEL SITIO.

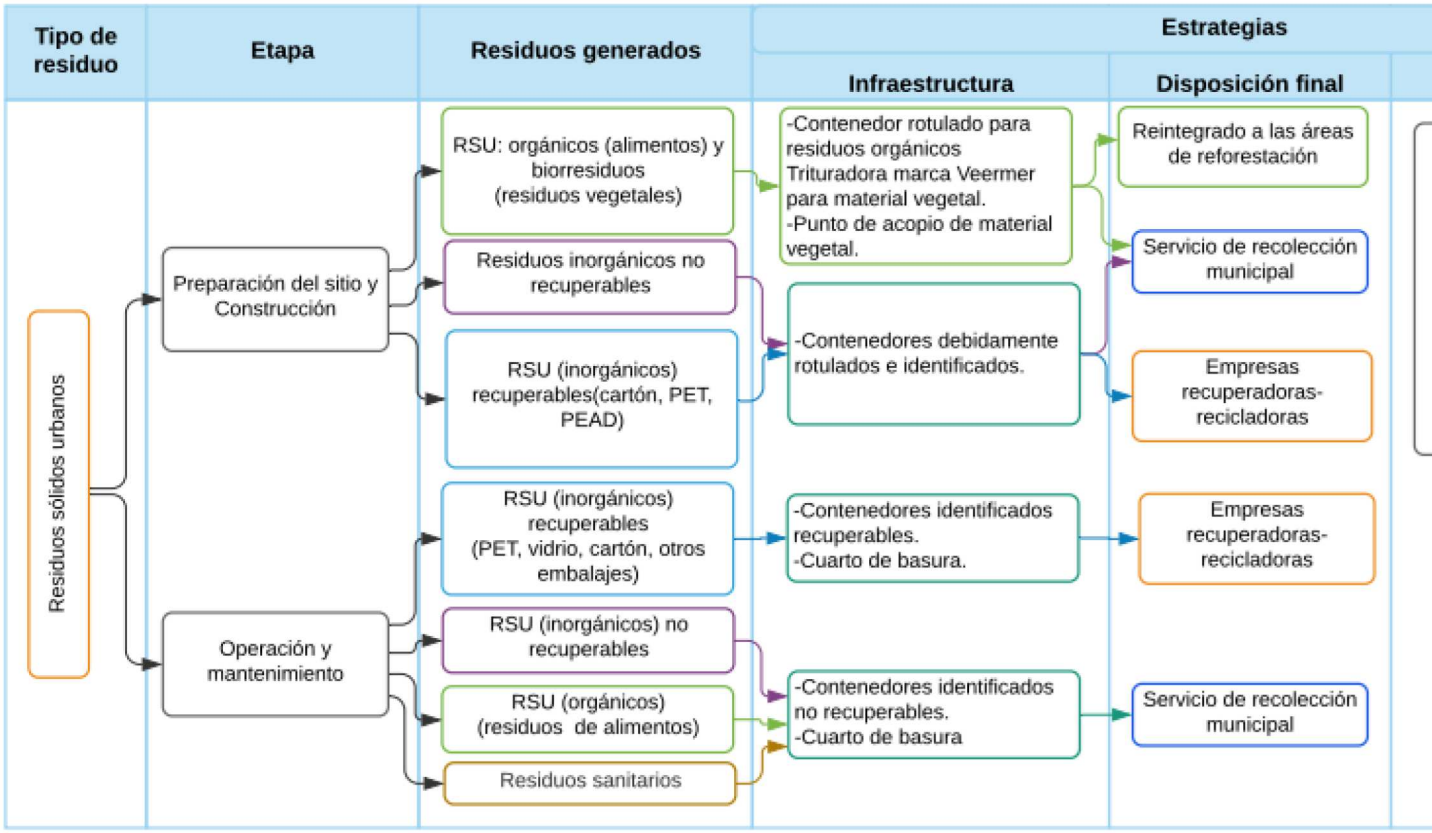
Una vez que concluya la vida útil del proyecto o se decida abandonar, se llevarán a cabo las gestiones ante la autoridad para realizar la restauración del sitio.

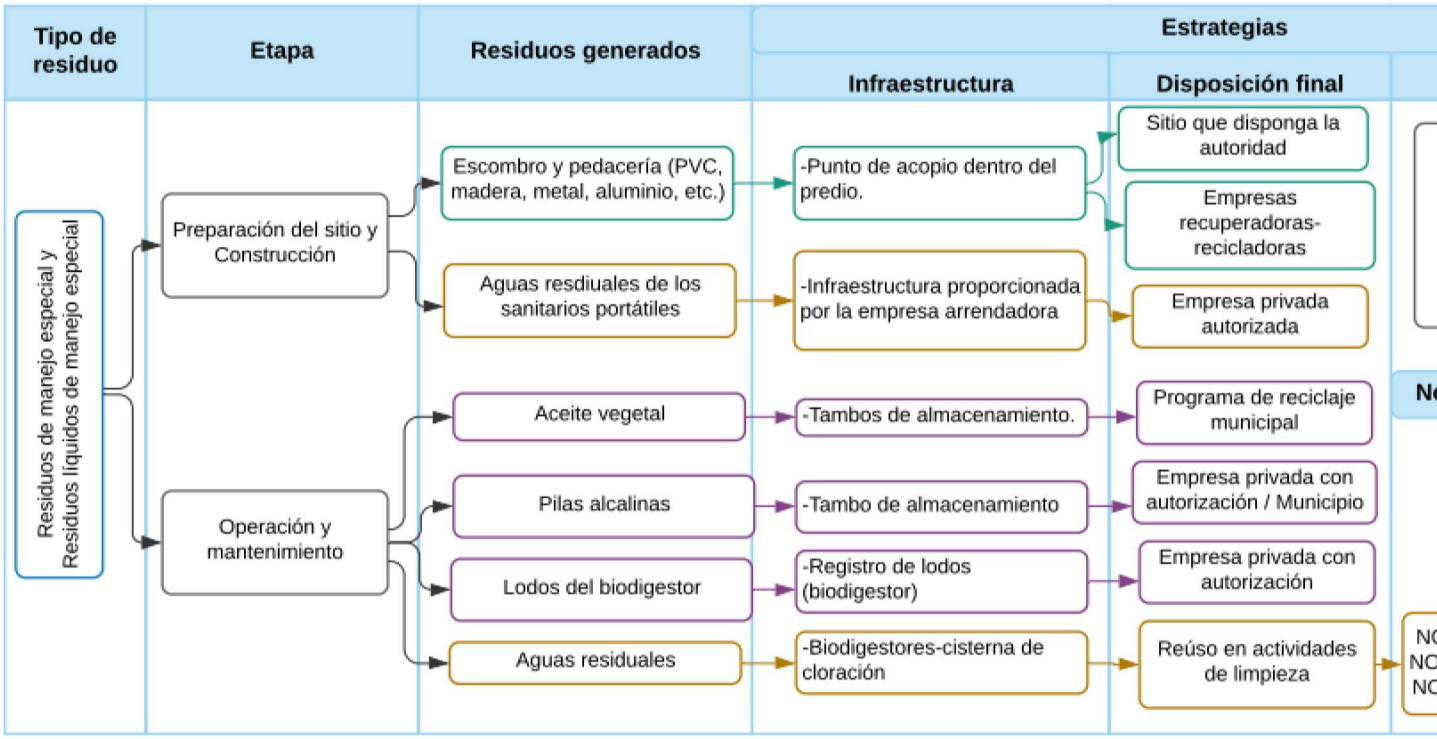
3.10 UTILIZACIÓN DE EXPLOSIVOS.

No se contempla la utilización de explosivos.

3.11 GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES A LA ATMÓSFERA.

A continuación, se presentan las acciones de manejo y control de residuos para las diferentes etapas del proyecto, considerando que se generarán residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial- residuos líquidos de manejo especial y residuos peligrosos.


Tipo de residuo
Etapa
Residuos generados
Estrategias
Infraestructura
Disposición final
Residuos sólidos urbanos
Preparación del sitio y Construcción
Operación y mantenimiento
RSU: orgánicos (alimentos) y biorresiduos (residuos vegetales)
Residuos inorgánicos no recuperables
RSU (inorgánicos) recuperables(cartón, PET, PEAD)
RSU (inorgánicos) recuperables (PET, vidrio, cartón, otros embalajes)
RSU (inorgánicos) no recuperables
RSU (orgánicos) (residuos de alimentos)
Residuos sanitarios
-Contenedor rotulado para residuos orgánicos
Trituradora marca Veermer para material vegetal.
-Punto de acopio de material vegetal.
-Contenedores debidamente rotulados e identificados.
-Contenedores identificados recuperables.
-Cuarto de basura.
-Contenedores identificados no recuperables.
-Cuarto de basura
Reintegrado a las áreas de reforestación
Servicio de recolección municipal
Empresas recuperadoras-recicladoras
Empresas recuperadoras-recicladoras
Servicio de recolección municipal


Tipo de residuo
Etapa
Residuos generados
Estrategias
Infraestructura
Disposición final
Residuos de manejo especial y Residuos líquidos de manejo especial
Preparación del sitio y Construcción
Operación y mantenimiento
Escombro y pedacería (PVC, madera, metal, aluminio, etc.)
Aguas resdiuales de los sanitarios portátiles
Aceite vegetal
Pilas alcalinas
Lodos del biodigestor
Aguas residuales
-Punto de acopio dentro del predio.
-Infraestructura proporcionada por la empresa arrendadora
-Tambos de almacenamiento.
-Tambo de almacenamiento
-Registro de lodos (biodigestor)
-Biodigestores-cisterna de cloración
Sitio que disponga la autoridad
Empresas recuperadoras-recicladoras
Empresa privada autorizada
Programa de reciclaje municipal
Empresa privada con autorización / Municipio
Empresa privada con autorización
Reúso en actividades de limpieza

Tipo de residuo	Etapa	Residuos generados	Estrategias		
			Infraestructura	Disposición final	Señali
Residuos peligrosos	Preparación del sitio y Construcción	Envases y estopas impregnadas (solventes, hidrocarburos y otros)	-Almacén temporal de residuos peligrosos -Contenedores específicos cerrados herméticamente y rotulados	Empresa privada autorizada	Let • S c c r • I i • I y l a • I c c
	Operación y mantenimiento	Envases y estopas impregnadas (solventes, hidrocarburos y otros)	-Contenedores cerrados herméticamente y rotulados	Empresa privada autorizada	

- **INFRAESTRUCTURA PARA EL MANEJO Y LA DISPOSICIÓN ADECUADA DE LOS RESIDUOS.**

El proyecto contará con los recipientes necesarios para colectar los residuos y sitios para el almacenamiento temporal de los mismos:

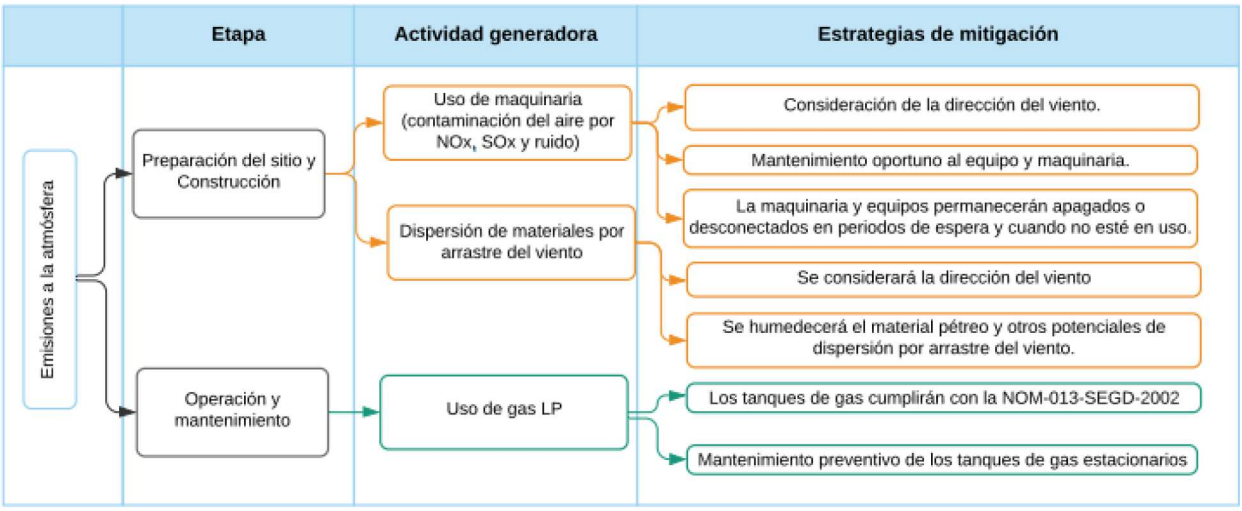
- ✓ Recipientes para la colecta de los residuos que se generen en la palapa de amenidades y estacionamiento. Se contará con tambos diferenciados para separar los residuos orgánicos e inorgánicos y los residuos reciclables.
- ✓ Los residuos serán almacenados en el cuarto de basura, la cual contará con una cámara fría para resguardar la basura orgánica y una cámara seca para los residuos inorgánicos y reciclables.
- ✓ Los residuos susceptibles de reciclaje como aluminio, plásticos, cartón, papel y vidrio serán separados para su posterior entrega a una empresa encargada de su reciclaje y/o al Municipio.
- ✓ Los residuos peligrosos que se generen se entregarán a una empresa autorizada en su manejo.
- ✓ Las aguas residuales que se generen en las villas y la palapa de amenidades se conducirán a través de una red de drenaje interna de cada edificio hacia los biodigestores que se instalarán, donde recibirán el tratamiento adecuado. El agua tratada se almacenará en cisternas donde será clorada y podrá ser utilizada para actividades de limpieza, previo cumplimiento de la normatividad ambiental.

Seguridad en el almacén temporal

- Equipos de extinción contra incendios, considerando el riesgo asociado a los residuos almacenados, así como contar con materiales inocuos para contener los posibles derrames (arena, bicarbonato de sodio, carbón activado, etc.).
- Manual de contingencias.
- Teléfonos de emergencia de ambulancias y bomberos.
- Salidas de emergencia identificadas.
- Los residuos peligrosos almacenados dentro de un mismo embalaje deber ser compatibles entre sí, basándose en la normatividad ambiental aplicable.
- Los residuos deberán estar aislados de cualquier fuente de calor.
- Se evitará la acumulación en el piso de desperdicios impregnados de residuos, estos deben ser eliminados de inmediato o depositados en recipientes cerrados resistentes al fuego.

- **ACCIONES DE MANEJO Y CONTROL DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA.**

Adicionalmente, se consideran estrategias aplicadas a las emisiones a la atmósfera que se considera se producirán por el desarrollo y conformación del proyecto.


Etapa
Actividad generadora
Estrategias de mitigación
Emisiones a la atmósfera
Preparación del sitio y Construcción
Operación y mantenimiento
Uso de maquinaria (contaminación del aire por NOx, SOx y ruido)
Dispersión de materiales por arrastre del viento
Uso de gas LP
Consideración de la dirección del viento.
Mantenimiento oportuno al equipo y maquinaria.
La maquinaria y equipos permanecerán apagados o desconectados en periodos de espera y cuando no esté en uso.
Se considerará la dirección del viento
Se humedecerá el material pétreo y otros potenciales de dispersión por arrastre del viento.
Los tanques de gas cumplirán con la NOM-013-SEGD-2002
Mantenimiento preventivo de los tanques de gas estacionarios

CAPÍTULO III
VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL, Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE USO DE SUELO

ÍNDICE

1. UBICACIÓN DEL PREDIO. 3
2. ANÁLISIS DEL PROYECTO DENTRO DEL MARCO NORMATIVO. 4
2.1. LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA) Y SU REGLAMENTO EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL. 4
2.2. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL. 7
2.3. LEY GENERAL DE CAMBIO CLIMÁTICO. 8
2.4. LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE. 12
2.5. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE COZUMEL 13
2.6. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO Y REGIONAL DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE. 34
2.7. NORMAS OFICIALES MEXICANAS. 36
2.7.1. Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo en la Norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. 39
2.7.2. Vinculación del proyecto con la Ley General de Vida Silvestre en su artículo 60 TER, así como con la NOM-022-SEMARNAT-2003. 45
2.8. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS. 70
2.9. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS ESTATALES. 73
2.10. SITIOS RAMSAR. 74
2.11. REGIONES PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN (CONABIO: ARRIAGA *ET AL.* 2000). 77
2.11.1. Regiones Hidrológicas Prioritarias. 77
2.11.2. Regiones Marinas Prioritarias. 82
2.11.3. Áreas de Importancia Para La Conservación de Las Aves (AICA) 86
3. APÉNDICE DESCRIPCIÓN DE ESPECIES DE FLORA Y FAUNA ENLISTADAS EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010. 90

1. UBICACIÓN DEL PREDIO.

El predio donde se pretende realizar el proyecto "Condominio K'iino" corresponde al polígono A del lote 57-10, Plan Maestro Cozumel Country Club, ubicado en el Km 6.2 de la Carretera costera Norte, zona hotelera Norte del Municipio de Cozumel, Estado de Quintana Roo (Figura 1). El predio cuenta con una superficie total de 12,724.61m^2.

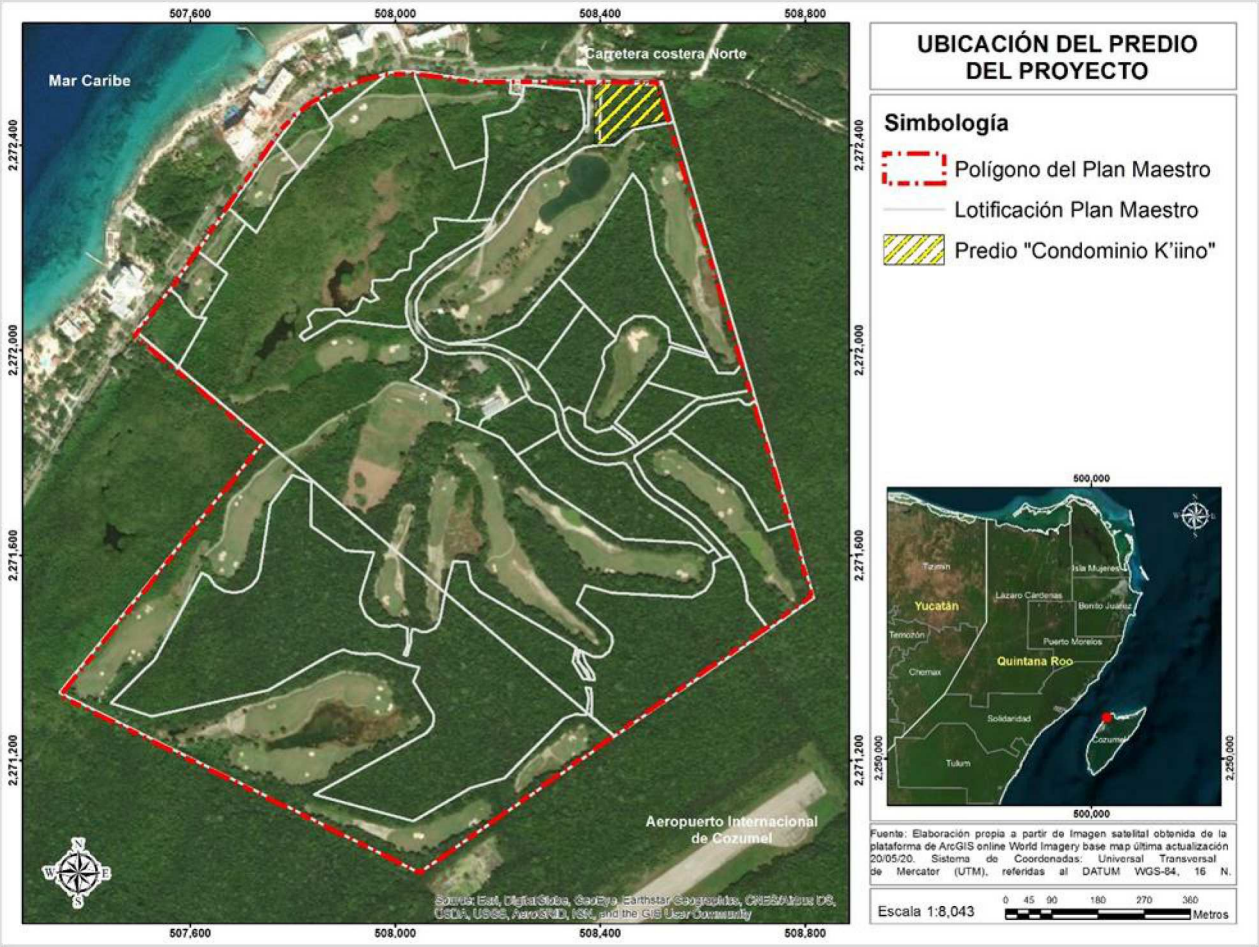


Figura 1. Localización regional y local del predio del proyecto.

2. ANÁLISIS DEL PROYECTO DENTRO DEL MARCO NORMATIVO.

El proyecto **"Condominio K'iino"** se ubica en la zona hotelera de Cozumel y le son aplicables a las diversas etapas del proyecto (preparación, construcción y operación), diversos preceptos legales contenidos en la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, en su Reglamento en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, en la Ley General de Vida Silvestre, así como en los instrumentos de ordenamiento y desarrollo urbano entre los cuales se encuentra el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Cozumel y el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino Regional del Golfo de México y Mar Caribe.

En los siguientes apartados se realiza el análisis de vinculación del proyecto "**Condominio K'iino**" con los instrumentos normativos que le corresponden.

2.1. LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA) Y SU REGLAMENTO EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL.

El proyecto se pretende establecer en un ecosistema costero, ya que se enmarca dentro de los supuestos establecidos en la definición de ecosistema costero, publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 23 de abril de 2018:

Ecosistemas costeros**:** *Las playas, las dunas costeras, los acantilados, franjas intermareales; los humedales costeros tales como las lagunas interdunarias, las lagunas costeras, los esteros, las marismas, los pantanos, las ciénegas, los manglares, los petenes, los oasis, los cenotes, los pastizales, los palmares y las selvas inundables; los arrecifes de coral; los ecosistemas formados por comunidades de macroalgas y de pastos marinos, fondos marinos o bentos y las costas rocosas. Estos se caracterizan porque se localizan en la zona costera pudiendo comprender porciones marinas, acuáticas y/o terrestres; que abarcan en el mar a partir de una profundidad de menos de 200 metros, hasta 100 km tierra adentro o 50 m de elevación*.

El predio se enmarca dentro de esta definición ya que se ubica en la parte costera norte de la Isla de Cozumel a 270.0 m de la costa, y cerca de una zona de humedal con vegetación de manglar.

Tomando en cuenta lo anterior, se somete ante la H. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), quien es la autoridad competente en la materia, la presente Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular correspondiente al proyecto "**Condominio Kiino"** para que sea evaluado en Materia de Impacto Ambiental de conformidad con lo dispuesto por los Artículos 35 y 35 BIS de la LGEEPA y 49 del Reglamento, solicitando la autorización en materia de Impacto Ambiental para las actividades de preparación del sitio, construcción y operación del proyecto que fueron planteadas en el Capítulo II del presente estudio.

A efecto de referenciar los preceptos legales que norman el procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental aplicables al proyecto, a continuación, se transcriben literalmente las disposiciones legales aplicables al mismo.

A continuación, se presenta la vinculación del proyecto con la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.

Cuadro 1. Se presenta la vinculación del proyecto con los artículos aplicables de la LGEEPA.

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
Artículo 15. Fracción IV. Quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar el ambiente, está obligado a prevenir, minimizar o reparar los daños que cause, así como a asumir los costos que dicha afectación implique.	Para dar cumplimiento a esta disposición, se contemplaron diversas actividades y/o medidas para la prevención, mitigación y compensación de los posibles impactos negativos que pudiera ocasionar el proyecto.
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: VII. **Cambios de uso del suelo de áreas forestales**, así como en selvas y zonas áridas; IX. **Desarrollos inmobiliarios** que afecten los ecosistemas costeros.	Con la presentación de esta MIA-P se cumple con esta disposición. Se realizará **el cambio de uso de suelo de áreas forestales**, ya que se requiere realizar actividades de desmonte para el desplante de las obras, lo cual está incluido en la fracción VII de este artículo. Para el proyecto se requiere realizar el cambio de uso de suelo en áreas forestales en una superficie de 3,655.08m^2, que representa el 28.73 % del predio. Las actividades que se proponen consisten en **la construcción de un condominio en un ecosistema costero**, que está incluida en la fracción IX de este artículo.
Artículo 30. Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente […]	Con la presentación de esta MIA-P se da cumplimiento a esta disposición.
ARTÍCULO 35.- Una vez presentada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría iniciará el procedimiento de evaluación, para lo cual revisará que la	En la presente MIA-P se incluye la vinculación del proyecto con los instrumentos jurídicos aplicables. Tanto en el presente capítulo como en los capítulos V y VI, se describen los

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
solicitud se ajuste a las formalidades previstas en esta Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas aplicables, e integrará el expediente respectivo en un plazo no mayor de diez días. Para la autorización de las obras y actividades a que se refiere el artículo 28, la Secretaría se sujetará a lo que establezcan los ordenamientos antes señalados, así como los programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio, las declaratorias de áreas naturales protegidas y las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables. Asimismo, para la autorización a que se refiere este artículo, la Secretaría deberá evaluar los posibles efectos de dichas obras o actividades en el o los ecosistemas de que se trate, considerando el conjunto de elementos que los conforman y no únicamente los recursos que, en su caso, serían sujetos de aprovechamiento o afectación. Una vez evaluada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría emitirá, debidamente fundada y motivada, la resolución correspondiente en la que podrá: I.- Autorizar la realización de la obra o actividad de que se trate, en los términos solicitados; II.- Autorizar de manera condicionada la obra o actividad de que se trate, a la modificación del proyecto o al establecimiento de medidas adicionales de prevención y mitigación, a fin de que se eviten, atenúen o compensen los impactos ambientales adversos susceptibles de ser producidos en la construcción, operación normal y en caso de accidente. Cuando se trate de autorizaciones condicionadas, la Secretaría señalará los requerimientos que deban observarse en la realización de la obra o actividad prevista […]	efectos que tendrá sobre el ambiente y las medidas que se aplicarán, por lo que se cumple con esta disposición y se solicita la autorización en materia de impacto ambiental.
La Secretaría dentro del plazo de sesenta días contados a partir de la recepción de la manifestación de impacto ambiental deberá emitir la resolución correspondiente. La Secretaría podrá solicitar aclaraciones, rectificaciones o ampliaciones al contenido de la manifestación de impacto ambiental que le sea presentada, suspendiéndose el término que restare para concluir el procedimiento. En ningún caso, la suspensión podrá exceder el	Se tendrá en cuenta el plazo que otorga la Secretaría para evaluar el proyecto.

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
plazo de sesenta días, contados a partir de que ésta sea declarada por la Secretaría, y siempre y cuando le sea entregada la información requerida. Excepcionalmente, cuando por la complejidad y las dimensiones de una obra o actividad la Secretaría requiera de un plazo mayor para su evaluación, éste se podrá ampliar hasta por sesenta días adicionales, siempre que se justifique conforme a lo dispuesto en el reglamento de la presente Ley.	

Del análisis realizado de los diversos instrumentos normativos aplicables al proyecto se concluyó que le son igualmente aplicables algunos supuestos del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

2.2. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL.

Cuadro 2. Vinculación con el Reglamento de la LGEEPA en materia de Impacto Ambiental.

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
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: O) CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS: I. Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal, con excepción de la construcción de vivienda unifamiliar y del establecimiento de instalaciones comerciales o de servicios en predios menores a 1000 metros cuadrados, cuando su construcción no implique el derribo de arbolado en una superficie mayor a 500 metros cuadrados, o la eliminación o fragmentación del hábitat de ejemplares de flora o fauna sujetos a un régimen de protección especial de conformidad con las normas oficiales mexicanas y otros instrumentos jurídicos aplicables;	Con la presentación de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Particular para su evaluación y dictamen, se atiende a lo solicitado por este criterio. Se realizará el **cambio de uso de suelo de áreas forestales**, ya que se requiere realizar el desmonte de la vegetación para el desplante de las obras, lo cual está incluido en la fracción O de este artículo. Para el proyecto se requiere realizar el cambio de uso de suelo en áreas forestales en una superficie de 3,655.08 m^2, que representa el 28.73 % del predio. Las actividades que se proponen consisten en **la construcción de un condominio en un ecosistema costero**, que está incluida en la fracción Q de este artículo.

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
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.	
Artículo 49. Las autorizaciones que expida la Secretaría sólo podrán referirse a los aspectos ambientales de las obras o actividades de que se trate y su vigencia no podrá exceder del tiempo propuesto para la ejecución de éstas.	La autorización que expida la Secretaría se referirá a los aspectos ambientales de las obras y actividades del proyecto, y se realizarán en los plazos que otorgue.

2.3. LEY GENERAL DE CAMBIO CLIMÁTICO.

A continuación, se presenta la vinculación del proyecto con la Ley General de Cambio Climático.

Cuadro 3. Artículos vinculantes del proyecto respecto de la Ley General de Cambio Climático.

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
Artículo 26. En la formulación de la política nacional de cambio climático se observarán los principios de: I. Sustentabilidad en el aprovechamiento o uso de los ecosistemas y los elementos naturales que los integran; II. Corresponsabilidad entre el Estado y la sociedad en general, en la realización de acciones para la mitigación y adaptación a los efectos adversos del cambio climático; III. Precaución, cuando haya amenaza de daño grave o irreversible, la falta total de incertidumbre científica no deberá utilizarse como razón para posponer las medidas de mitigación y adaptación para hacer frente a los efectos adversos del cambio climático; IV. Prevención, considerando que ésta es el medio más eficaz para evitar los daños al medio ambiente y preservar el equilibrio ecológico ante los efectos del cambio climático; V. Adopción de patrones de producción y consumo por parte de los sectores público, social y privado para transitar hacia una economía de bajas emisiones en carbono;	Las actividades del proyecto que se someten a evaluación en materia de impacto ambiental consideran la afectación de ecosistemas, sin embargo, se realizará la aplicación de medidas de mitigación como las actividades de rescate y protección de flora y fauna, el manejo adecuado de los residuos y de sustancias peligrosas, entre otras. La realización de acciones para la adaptación al cambio climático considera el mantenimiento de 8,449.33 m^2 (66.40 % del predio) como áreas de conservación con vegetación natural las cuales contribuirán a absorber el CO_2. También se utilizará maquinaria en buen estado de afinación para evitar emisiones mayores de gases contaminantes. Durante la etapa operativa se realizará la implementación de medidas de ahorro de agua y luz, ya que en las villas se realizará la instalación de WC con sistemas de doble carga y grifería con sistemas de ahorro de agua.

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
VI. Integralidad y transversalidad, adoptando un enfoque de coordinación y cooperación entre órdenes de gobierno, así como con los sectores social y privado para asegurar la instrumentación de la política nacional de cambio climático; VII. Participación ciudadana, en la formulación, ejecución, monitoreo y evaluación de la Estrategia Nacional, planes y programas de mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático VIII. Responsabilidad ambiental, quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar al medio ambiente, estará obligado a prevenir, minimizar, mitigar, reparar, restaurar y, en última instancia, a la compensación de los daños que cause; IX. El uso de instrumentos económicos en la mitigación, adaptación y reducción de la vulnerabilidad ante el cambio climático incentiva la protección, preservación y restauración del ambiente; el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, además de generar beneficios económicos a quienes los implementan; X. Transparencia, acceso a la información y a la justicia, considerando que los distintos órdenes de gobierno deben facilitar y fomentar la concientización de la población, poniendo a su disposición la información relativa al cambio climático y proporcionando acceso efectivo a los procedimientos judiciales y administrativos pertinentes atendiendo a las disposiciones jurídicas aplicables; XI. Conservación de los ecosistemas y su biodiversidad, dando prioridad a los humedales, manglares, arrecifes, dunas, zonas y lagunas costeras, que brindan servicios ambientales, fundamental para reducir la vulnerabilidad, y XII. Compromiso con la economía y el desarrollo económico nacional, para lograr la sustentabilidad sin vulnerar su competitividad frente a los mercados internacionales. XIII. Progresividad, las metas para el cumplimiento de esta Ley deberán presentar una progresión y gradualidad a lo largo del tiempo, teniendo en cuenta el principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas y sus capacidades respectivas, a la luz de las diferentes circunstancias nacionales, y en el contexto del desarrollo sostenible y de los	La mayor parte del predio (66.40 %) se mantendrá como conservación, por lo que se fomentará la preservación del ambiente y del equilibrio ecológico ante los efectos del cambio climático. De esta manera se mantendrán los servicios que presta el ecosistema del predio. La promovente está comprometida con la protección al ambiente por lo que dentro de sus políticas establece la Responsabilidad ambiental, para prevenir o mitigar los impactos del proyecto. Las actividades que se proponen se realizarán en vegetación de Selva Mediana Subperennifolia, y para reducir los impactos se aplicarán las medidas de manejo adecuado de residuos y la protección a la flora y la fauna del predio, coadyuvando a la protección de los recursos naturales. Asimismo, la promovente está comprometida con el desarrollo económico local y nacional ya que brindará un servicio de calidad de manera sustentable.

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
esfuerzos por erradicar la pobreza; asimismo, se deberá considerar la necesidad de recibir apoyos de los países desarrollados para lograr la aplicación efectiva de las medidas que se requieran para su cumplimiento; sin que represente un retroceso respecto a metas anteriores, considerando, la mejor información científica disponible y los avances tecnológicos, todo ello en el contexto del desarrollo sostenible.	
Artículo 33. Los objetivos de las políticas públicas para la mitigación son: I. Promover la protección del medio ambiente, el desarrollo sustentable y el derecho a un medio ambiente sano a través de la mitigación de emisiones; II. Reducir las emisiones nacionales, a través de políticas y programas, que fomenten la transición a una economía sustentable, competitiva y de bajas emisiones en carbono, incluyendo instrumentos de mercado, incentivos y otras alternativas que mejoren la relación costo-eficiencia de las medidas específicas de mitigación, disminuyendo sus costos económicos y promoviendo la competitividad, la transferencia de tecnología y el fomento del desarrollo tecnológico; III. Promover de manera gradual la sustitución del uso y consumo de los combustibles fósiles por fuentes renovables de energía, así como la generación de electricidad a través del uso de fuentes renovables de energía; IV. Promover prácticas de eficiencia energética, el desarrollo y uso de fuentes renovables de energía y la transferencia y desarrollo de tecnologías bajas en carbono, particularmente en bienes muebles e inmuebles de dependencias y entidades de la administración pública federal centralizada y paraestatal, de las entidades federativas y de los municipios; V. Promover de manera prioritaria, tecnologías de mitigación cuyas emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero sean bajas en carbono durante todo su ciclo de vida; VI. Promover la alineación y congruencia de los programas, presupuestos, políticas y acciones de los tres órdenes de gobierno para frenar y revertir la deforestación y la degradación de los ecosistemas forestales; VII. Medir, reportar y verificar las emisiones;	En relación al cumplimiento de los objetivos de las políticas de mitigación, el proyecto considera la protección al ambiente mediante la aplicación de medidas de mitigación para reducir los impactos que se generen durante las actividades propuestas. Entre las medidas que se proponen considera el mantenimiento de 8,449.33 m^2 (66.40 % del predio) como áreas de conservación con vegetación natural, las cuales contribuirán a absorber el CO_2. También se utilizará maquinaria en buen estado de afinación para evitar emisiones mayores de gases contaminantes. Durante la etapa operativa del condominio, se realizará la implementación de medidas de ahorro de agua y luz, ya que en las villas se realizará la instalación de WC con sistemas de doble carga y grifería con sistemas de ahorro de agua. La mayor parte del predio (66.40 %) se mantendrá como conservación, por lo que se fomentará la preservación del ambiente y del equilibrio ecológico ante los efectos del cambio climático. De esta manera se mantendrán los servicios que presta el ecosistema del predio.

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
VIII. Reducir la quema y venteo de gas para disminuir las pérdidas en los procesos de extracción y en los sistemas de distribución y garantizar al máximo el aprovechamiento del gas en instalaciones industriales, petroleras, gaseras y de refinación; IX. Promover el aprovechamiento del gas asociado a la explotación de los yacimientos minerales de carbón; X. Promover la cogeneración eficiente para evitar emisiones a la atmósfera; XI. Promover el aprovechamiento del potencial energético contenido en los residuos; XII. Promover el incremento del transporte público, masivo y con altos estándares de eficiencia, privilegiando la sustitución de combustibles fósiles y el desarrollo de sistemas de transporte sustentable urbano y suburbano, público y privado; XIII. Desarrollar incentivos económicos y fiscales para impulsar el desarrollo y consolidación de industrias y empresas socialmente responsables con el medio ambiente; XIV. Promover la canalización de recursos internacionales y recursos para el financiamiento de proyectos y programas de mitigación de gases y compuestos efecto invernadero en los sectores público, social y privado; XV. Promover la participación de los sectores social, público y privado en el diseño, la elaboración y la instrumentación de las políticas y acciones nacionales de mitigación, y XVI. Promover la competitividad y crecimiento para que la industria nacional satisfaga la demanda nacional de bienes, evitando la entrada al país, de productos que generan emisiones en su producción con regulaciones menos estrictas que las que cumple la industria nacional.	

Cabe señalar que los demás apartados de la Ley General de Cambio Climático (Distribución de competencias, Instituto Nacional de Ecología, Adaptación, Sistema Nacional de Cambio Climático, Consejo Climático, Instrumentos de Planeación, Inventario, Consejo de Cambio climático, Sistema de Información sobre el cambio climático, Fondo para Cambio Climático, Registro, Instrumentos Económicos y Evaluación de la Política Nacional de Cambio Climático), no tienen relación con el proyecto, ya que se trata de obligaciones o competencias establecidas para las autoridades, que son las que tienen que llevarlas a cabo.

2.4. LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE.

A continuación, se presenta la vinculación del proyecto con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable publicada en el D.O.F. el 5 de junio de 2018 y el Decreto por el que se reforman y adicionan diversas fracciones del artículo 7 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable publicado en el D.O.F. el día 13 de abril de 2020.

Cuadro 4. Artículos vinculantes del proyecto respecto de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable en relación con el Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales.

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
Artículo 93. La Secretaría autorizará el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal. En las autorizaciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, la Secretaría deberá dar respuesta debidamente fundada y motivada a las opiniones técnicas emitidas por los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate. Las autorizaciones que se emitan deberán integrar un programa de rescate y reubicación de especies de la flora y fauna afectadas y su adaptación al nuevo hábitat conforme se establezca en el Reglamento. Dichas autorizaciones deberán sujetarse a lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamientos ecológicos correspondientes, las Normas Oficiales Mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.	En el proyecto se contempla llevar a cabo actividades de desmonte en las áreas donde se desplantarán las obras. De acuerdo con el Decreto por el que se reforman y adicionan diversas fracciones del artículo 7 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable publicado en el D.O.F. el día 13 de abril de 2020. ***Artículo 7.*** *Para los efectos de esta Ley se entenderá por:* *LXXI. Terreno forestal: Es el que está cubierto por vegetación forestal o vegetación secundaria nativa, y produce bienes y servicios forestales;* Atento a lo anterior, el predio de interés está cubierto con vegetación forestal ya que en éste se desarrolla vegetación primaria de Selva Mediana Subperennifolia, por lo que se obtendrá la autorización correspondiente para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales. Para el proyecto se ocupará una superficie de aprovechamiento de 3,655.08 m^2, que representa el 28.73 % del predio. De la superficie de desplante del proyecto (3,655.08 m^2), un área de 3,621.57 m^2 está cubierta con vegetación de selva mediana subperennifolia y 33.51 m^2 poseen una brecha de terracería existente, por lo que se requiere realizar la remoción de vegetación en una superficie de 3,621.57 m^2, que representa el 28.46 % del predio.
Artículo 98. Los interesados en el cambio de uso de terrenos forestales deberán acreditar que otorgaron depósito ante el fondo, para el concepto de compensación ambiental para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento, en los términos y condiciones que establezca el reglamento.	

2.5. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE COZUMEL

Por su ubicación, el predio está regulado por el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del municipio de Cozumel, Quintana Roo (POEL), publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo el 21 de octubre de 2008, y de acuerdo con este, el predio se ubica en las Unidades de Gestión Ambiental A2, que le corresponde una política ambiental de Aprovechamiento, que tiene como uso predominante el Turístico; Hotelero/Residencial Turístico (Figura 2).

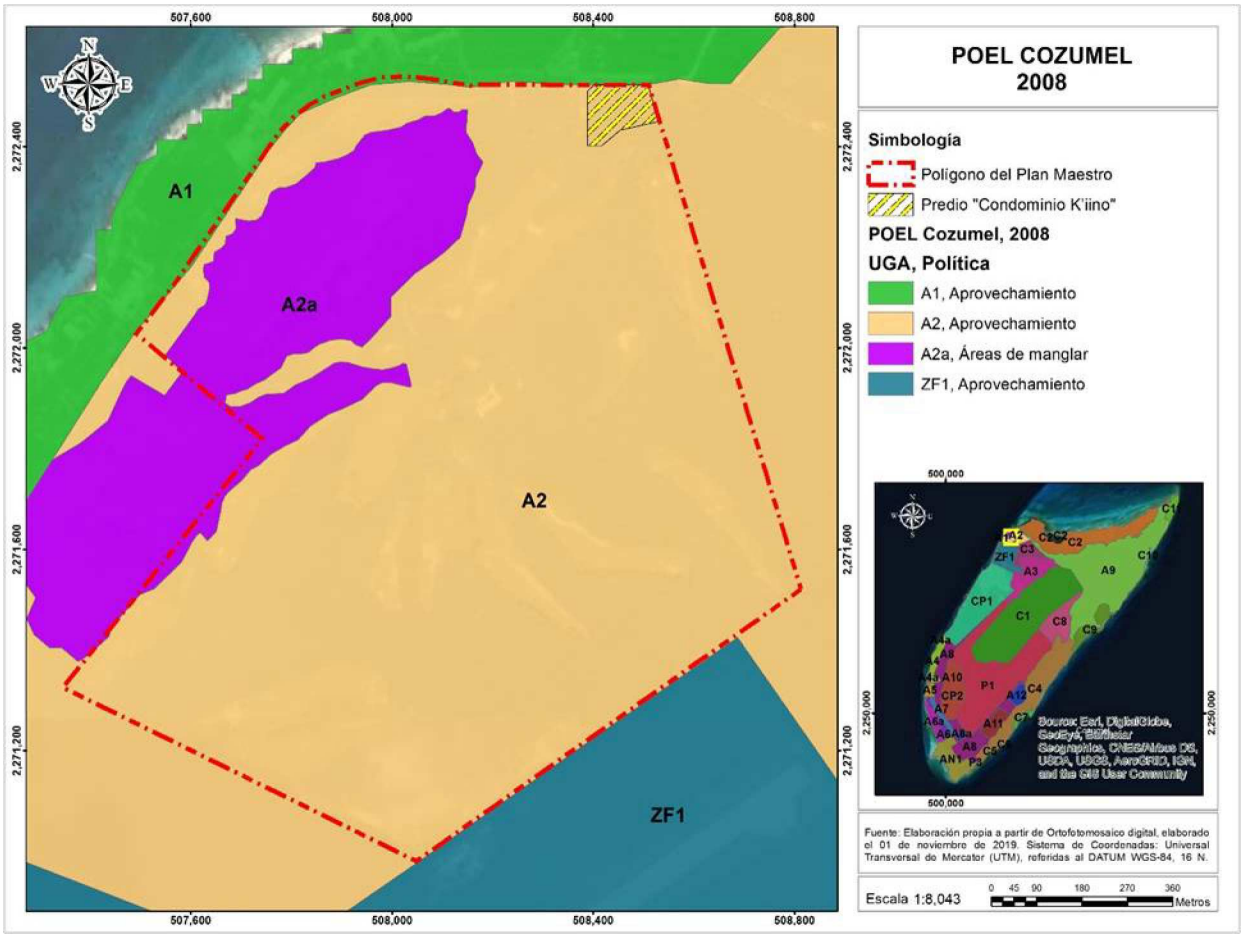


Figura 2. Ubicación del predio del proyecto en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Cozumel (2008).

Cuadro 5. Unidad de gestión ambiental dentro de la cual se encuentra el predio del proyecto.

Unidad de gestión ambiental	**A2**
Política ambiental	Aprovechamiento
Lineamiento	Desarrollar de manera sustentable las actividades turísticas relacionadas con hotelería y residencial turístico.
Uso predominante	Turístico Hotelero/Residencial turístico.
Usos compatibles	Ecoturismo
Usos condicionados	UMAs
Usos incompatibles	Agropecuario, Minería, Acuícola.
Problema	El crecimiento de la actividad hotelera y de los desarrollos inmobiliarios de tipo residencial implica un incremento proporcional de los volúmenes de aguas residuales. En zonas carentes de un sistema de drenaje, las aguas residuales son tratadas y dirigidas a pozos de absorción, no obstante, estas eventualmente se infiltran al mar. Esta situación pone en riesgo la calidad del agua de las playas de Cozumel. Por otro lado, la preferencia de estos sectores por la cercanía a las playas ha limitado el acceso público a las mismas impidiendo que la gente local las disfrute y aproveche del paisaje.

En el siguiente cuadro se enlistan los criterios de las estrategias generales enmarcadas por el POEL y su respectiva vinculación con el proyecto.

Cuadro 6. Estrategias generales que aplica al POEL.

Estrategia	**Cumplimiento del proyecto**
Se deberá desarrollar un programa de monitoreo poblacional de especies endémicas al municipio o que se encuentren en la NOM-059-SEMARNAT-2001.	Consideramos que, por los alcances de la estrategia, ésta deberá de ser implementada por la autoridad competente o aquellas instituciones educativas o de investigación que estén realizando estudios en la Isla, relativos a alguna de las especies endémicas o en la Modificación del Anexo Normativo III, Lista de Especies en Riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Sin embargo, el promovente está dispuesto a participar en las acciones que implique dicho programa en caso de que las autoridades así lo requieran. Es importante mencionar que este monitoreo queda fuera del alcance económico y técnico de mi representada ya que implica el monitoreo de una población de flora o fauna, la cual se define de acuerdo con la Ley General de Vida Silvestre (Última reforma publicada en el D.O.F. 19 de enero de 2018) y en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (D.O.F. 31 de diciembre de 2010), como:

Estrategia	Cumplimiento del proyecto
	Estudio de poblaciones: *Aquel que se realiza con el objeto de conocer sus parámetros demográficos, tales como el tamaño y densidad; la proporción de sexos y edades; y las tasas de natalidad, mortalidad y crecimiento durante un período determinado, así como la adición de cualquier otra información relevante.* ***Población:*** *El conjunto de individuos de una especie silvestre, que comparten el mismo hábitat. Se considera la unidad básica de manejo de las especies silvestres en vida libre.* ***Hábitat:*** *El sitio específico en un medio ambiente físico, ocupado por un organismo, por una población, por una especie o por comunidades de especies en un tiempo determinado.* Estas mediciones y monitoreo periódico normalmente quedan bajo la acción de los centros de investigación e instituciones académicas, ya que representa un muestreo de mayor magnitud y análisis estadísticos y sistemáticos de datos a través del tiempo. Estas mediciones se hacen bajo el amparo económico de fuentes financiadoras que soportan a través de varios años dichas mediciones para poder sacar conclusiones con validez científica. De ahí que mi representada no puede asumir la responsabilidad directa de llevar a cabo el monitoreo poblacional de especies endémicas como dice el citado criterio.
Se prohíbe la introducción de especies de flora y fauna.	El proyecto cumplirá con lo marcado en este criterio, toda vez que no introducirá especies de flora y fauna al predio, además que no se consideran áreas ajardinadas entre las obras del proyecto. Sólo se contempla colocar jardineras al interior del condominio, en las que se utilizarán plantas nativas y ornamentales de la región.
La cobertura vegetal de áreas no sujetas a aprovechamiento, se deberá conservar en las condiciones naturales de flora y fauna silvestre.	El proyecto mantendrá una superficie de 8,449.33m^2 como áreas de conservación, que representan el 66.40 % del predio, en las cuales se preservará la vegetación original de Selva Mediana Subperennifolia y se reforestará con especies nativas la brecha de terracería que no sea utilizada por el proyecto. En las áreas que se aprovecharán, de manera previa al inicio de obras, se contempla realizar el rescate de los ejemplares de flora susceptibles de ello, dando prioridad a las especies enlistadas en la

Estrategia	Cumplimiento del proyecto
	NOM-059-SEMARNAT-2010, de acuerdo con el Programa de Rescate de Flora que se anexa a la presente MIA-P (Anexo técnico 1). De la misma forma, se llevarán a cabo actividades de ahuyentamiento de fauna, y en caso de detectar especies de lento desplazamiento o que no puedan desplazarse, se realizará su rescate y reubicación de acuerdo con el Programa de Rescate de Fauna que se anexa a la presente MIA-R (Anexo técnico 2).
Se debe promover un programa de erradicación de perros, gatos y ganado ferales, boas (*Boa constrictor*), ratas de ciudad (*Rattus rattus, Rattus norvergicus*) y ratones de la ciudad (*Mus musculus*).	En el predio no se registró la presencia de fauna nociva, sin embargo, en caso de que se presente se realizará su control. En el campo de golf colindante, que forma parte del Plan Maestro Cozumel Country Club, se registró un perro (*Canis familiaris*), por lo que su control es responsabilidad del Plan Maestro, y se vigilará no hayan individuos dentro del predio.
Queda prohibido el uso de venenos en los programas de erradicación de especies introducidas.	En el predio no se registraron especies introducidas de flora. En el caso de que se detecte fauna nociva, se utilizarán trampas para su captura.
Se prohíbe la fumigación de áreas con vegetación natural con excepción de las campañas nacionales de control de vectores de enfermedades y plagas.	El proyecto cumplirá con este criterio, toda vez que no pretende fumigar las áreas de conservación.
Se prohíbe el aprovechamiento de leña para la fabricación de carbón.	El proyecto no contempla el aprovechamiento de leña en ninguna de sus etapas.
La Dirección de Medio Ambiente y Ecología del Municipio deberá realizar un monitoreo sobre el aprovechamiento de leña para uso doméstico conforme a lo establecido en la NOM-012-RECNAT-1996.	Esta actividad les corresponde a las autoridades municipales, sin embargo, el promovente ratifica que no aprovechará leña.
El Ayuntamiento, grupos conservacionistas y operadores turísticos deberán de iniciar, en coordinación, un programa de educación ambiental en un lapso menor a 2 años.	El promovente está en la disposición de participar en dicho programa en caso de que así lo requiera el Ayuntamiento. Durante las actividades de construcción del proyecto se realizarán pláticas de educación ambiental dirigidas al personal donde se aborden temas de manejo adecuado de residuos, protección de flora y fauna. Asimismo, se instalarán letreros que promuevan el respeto por la flora y la fauna, el manejo de residuos, el uso de equipo de protección personal, entre otros.
Es obligatorio el confinamiento de los residuos sólidos en los sitios de	Durante todas las etapas del proyecto se realizará un manejo adecuado de los residuos sólidos,

Estrategia	Cumplimiento del proyecto
disposición final que determine la autoridad municipal competente.	conforme al Programa de Manejo de Residuos que se anexa a esta MIA-P. Durante la construcción y operación de las obras se espera generar residuos sólidos, los cuales serán colectados, almacenados temporalmente y serán trasladados al relleno sanitario (construcción) y/o entregados al servicio de limpia (operación), que los trasladará al sitio de disposición final autorizado. Los residuos sólidos urbanos susceptibles de reciclaje serán entregados a empresas autorizadas en su manejo para su procesamiento.
La autorización de cada 1000 nuevos cuartos de hotel o equivalente queda condicionada a que el H. Ayuntamiento implemente un programa que incremente en un 20 % con respecto al momento de hacer la solicitud, la capacidad del sistema de manejo de residuos sólidos municipales, de la planta de tratamiento que da servicio a la isla y de la extracción de agua potable que abastece al municipio.	El predio donde se pretende establecer el proyecto corresponde al Polígono A del Plan Maestro Cozumel Country Club, por lo que ya estaba previsto su desarrollo desde que obtuvo autorización el Plan Maestro "Cozumel Country Club". El proyecto "Cozumel Country Club" fue autorizado en el año 1999, cuando estaba vigente el Plan Director de Desarrollo Urbano del Municipio de Cozumel, 1996, que fue modificado en el año 1999. De acuerdo con la última modificación del Plan Maestro Cozumel Country Club, que fue autorizada a través del oficio No. SGPA/DGIRA/DG/06138 de fecha 7 de agosto de 2019, se permitió una densidad total de 1,362 cuartos, de los cuales 70 cuartos y 12 locales comerciales estaban asignados para el Polígono A. Sin embargo, a través de este estudio se solicita la autorización para la construcción de un Condominio en 2 edificios de 3 niveles con un total de 32 Villas, equivalentes a 64 cuartos, cuyo diseño se sujeta a lo establecido en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Cozumel (2008), que es el instrumento actualmente vigente. Desde el estudio de impacto ambiental del Plan Maestro se planteó el desarrollo de los lotes a futuro, por lo que estaba previsto el aumento en la generación de residuos, del consumo de agua y de la necesidad de tratamiento de aguas residuales. Los residuos que se generen durante la operación del Condominio K'iino serán separados de acuerdo con su tipo, almacenados temporalmente en el cuarto de basura y entregados al servicio de limpia municipal para su traslado al relleno sanitario. Para aminorar el impacto sobre el sitio de disposición

Estrategia	Cumplimiento del proyecto
	final, los residuos reciclables serán entregados a empresas autorizadas en su manejo para su procesamiento. En cuanto al manejo de aguas residuales, de manera inicial se utilizarán biodigestores para su tratamiento. El agua tratada será almacenada en cisternas donde será clorada con pastillas de cloro. Una vez que exista factibilidad a la red de drenaje del municipio el proyecto será conectado. Con respecto al abastecimiento de agua potable, el suministro de agua del proyecto será por medio de la cisterna general con la que cuenta el Plan Maestro, la cual tiene una capacidad de 212,000.0 L y está ubicada en el edificio de mantenimiento, de la cual se canalizará dicha agua por tubería instalada en la berma de servicios de las vialidades generales hasta el predio y de ahí se distribuirá por una red interna a las cisternas de cada edificio.

Cuadro 7. Criterios de regulación ecológica aplicables a la UGA A2

Criterios	Cumplimiento del proyecto
Asentamientos humanos	
Se permite la construcción de nuevas viviendas residenciales siempre y cuando estas se conecten con la red de drenaje municipal.	El predio donde se pretende establecer el proyecto corresponde Polígono A del Plan Maestro Cozumel Country Club, por lo que ya estaba previsto su desarrollo desde que obtuvo autorización el Plan Maestro "Cozumel Country Club". El proyecto "Cozumel Country Club" fue autorizado en el año 1999, cuando estaba vigente el Plan Director de Desarrollo Urbano del Municipio de Cozumel, 1996, que fue modificado en el año 1999. De acuerdo con la última modificación del Plan Maestro Cozumel Country Club, que fue autorizada a través del oficio No. SGPA/DGIRA/DG/06138 de fecha 7 de agosto de 2019, se permitió una densidad total de 1,362 cuartos, de los cuales 70 cuartos y 12 locales comerciales estaban asignados para la Polígono A. Sin embargo, a través de este estudio se solicita la autorización para la construcción de un Condominio en 2 edificios de 3 niveles con un total de 32 Villas, equivalentes a 64 cuartos, cuyo diseño se sujeta a lo establecido en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Cozumel (2008), que es el instrumento actualmente vigente.

Criterios	Cumplimiento del proyecto
	Las aguas residuales que se generen en los edificios del Condominio se descargarán a biodigestores marca ROTOPLAS, en las que serán tratadas y el efluente que se genere será clorado y utilizado en actividades de limpieza. En el futuro se prevé realizar la conexión a la red de drenaje municipal. Cabe señalar que se consideró el uso de biodigestores, ya que en este momento no hay viabilidad de realizar la conexión a la red de drenaje municipal.
Abastecimiento de Agua	
La instalación de plantas desalinizadoras y la construcción de pozos de extracción de agua quedan condicionadas a la presentación de evidencias científicas en la Manifestación de Impacto Ambiental que demuestren que la disposición de salmueras no genera impactos negativos irreversibles sobre las características fisicoquímicas del agua de mar ni los hábitats terrestres, costeros y ni al acuífero, que deriven en desequilibrios ecológicos y conflictos ambientales.	En el proyecto no se plantea la construcción de plantas desalinizadoras ni pozos de extracción de agua hasta el momento. Para la etapa operativa, el suministro de agua del proyecto será por medio de la cisterna general con la que cuenta el Plan Maestro, la cual tiene una capacidad de 212,000.0 L y está ubicada en el edificio de mantenimiento, de la cual se canalizará dicha agua por tubería instalada en la berma de servicios de las vialidades generales hasta el predio y de ahí se distribuirá por una red interna a las cisternas de cada edificio. Las aguas residuales que se generen en los edificios del Condominio se descargarán a biodigestores marca ROTOPLAS, en las que serán tratadas y el efluente que se genere será clorado y utilizado en actividades de limpieza. En el futuro se prevé realizar la conexión a la red de drenaje municipal.
Tratamiento de Aguas Pluviales y Residuales	
Es obligatorio separar la canalización del drenaje sanitario y pluvial.	Se cumplirá con este criterio ya que la red de drenaje sanitaria estará separada de la red pluvial.
Es obligatorio orientar el drenaje pluvial a pozos de absorción con sistemas de decantación, trampas de grasas y sólidos, y filtración arenosa.	El agua pluvial será captada en la azotea de los edificios y conducida por medio de bajantes de tubería de PVC hacia las áreas de conservación. En las azoteas de los edificios se contará con sistemas de retención de sólidos. En el estacionamiento no se contemplan pozos de absorción, ya que éste será construido a base de hidrocreto que permite la infiltración de agua.
Es obligatoria la conexión de los nuevos desarrollos al sistema drenaje municipal.	Las obras del proyecto serán conectadas a biodigestores, ya que en este momento no hay viabilidad de realizar la conexión a la red de drenaje municipal.

Criterios	Cumplimiento del proyecto
	A través de la red interna de drenaje del proyecto se conducirán las aguas residuales hacia biodigestores de la marca ROTOPLAS, en los que se tratará el agua residual y el efluente que se produzca será clorado y utilizada en actividades de limpieza. Posteriormente, cuando exista factibilidad las obras serán conectadas a la red de drenaje municipal haciendo las gestiones respectivas con la autoridad municipal.
Manejo de Residuos Sólidos	
Se prohíben los tiraderos a cielo abierto para la disposición de desechos sólidos.	Durante todas las etapas del proyecto, se realizará un manejo adecuado de los residuos sólidos que se generen mediante su colecta, almacenamiento temporal y traslado al sitio de disposición final. De acuerdo con lo anterior, no se prevé crear un tiradero a cielo abierto, dado que los residuos se dispondrán en contenedores específicos para ello y serán trasladados al relleno sanitario, dando cumplimiento a este criterio.
La autorización de todo desarrollo estará condicionada a la presentación de un programa de separación y reciclado de residuos sólidos aprobado por el Ayuntamiento.	Durante la construcción y operación de las obras se espera generar residuos sólidos, los cuales serán colectados, almacenados temporalmente y serán trasladados al relleno sanitario (construcción) y/o entregados al servicio de limpia (operación). Para el manejo de las aguas residuales generadas por parte de los trabajadores durante la construcción del proyecto, se utilizarán los sanitarios portátiles en proporción de 1 por cada 20 trabajadores, los cuales recibirán limpieza cada tercer día por parte de la empresa arrendadora. Estos sanitarios se colocarán en el área de aprovechamiento. En la etapa operativa del proyecto, las aguas residuales que se generen en el condominio se conducirán a través de la red interna de drenaje a los biodigestores con los que contará el proyecto. El agua tratada será almacenada en una cisterna donde será clorada y podrá ser utilizada para actividades de limpieza previo cumplimiento de la normatividad aplicable. Los residuos peligrosos que se generen tendrán un manejo adecuado mediante su colecta, almacenamiento temporal y entrega a una empresa autorizada en su manejo durante todas las etapas del proyecto.

Criterios	Cumplimiento del proyecto
	En el Programa de manejo de Residuos que se anexa a esta MIA-P, se especifican las medidas necesarias para realizar una correcta disposición de los mismos (Anexo técnico 3).
Es obligatoria la operación de un sistema de separación y reciclado de residuos sólidos en los desarrollos.	Durante la construcción y operación de las obras se espera generar residuos sólidos, los cuales serán colectados, almacenados temporalmente y serán trasladados al relleno sanitario (construcción) y/o entregados al servicio de limpia (operación). En el proyecto se contará con contenedores de basura debidamente etiquetados para la separación de los residuos que se generen. Durante la etapa constructiva los residuos serán separados en orgánicos e inorgánicos en contenedores, serán almacenados temporalmente retirándose frecuentemente para su disposición final. Esta frecuencia podrá ser diaria o cada tercer día dependiendo del volumen de generación. Durante la operación del proyecto, los residuos serán separados en orgánicos e inorgánicos en contenedores, serán almacenados temporalmente en el cuarto de basura, en las cámaras respectivas y los que no sean susceptibles de reciclaje serán entregados al servicio de limpia municipal, que los trasladará al relleno sanitario. Durante todas las etapas, los residuos inorgánicos susceptibles de reciclaje que se generen como PET, cartón, vidrio y latas, serán separados y se dispondrán en tambos para su posterior entrega al municipio, que colecta los residuos reciclables, o bien, a empresas dedicadas a su reciclaje.
Generación y Distribución de Energía	
Se promoverá la instalación de infraestructura para la generación de energía alternativa basada en recursos renovables (solar, eólica) dentro del área que se pretender desarrollar.	En las obras que se proponen se instalarán equipos para el control del consumo de energía eléctrica y de agua, así como muebles, equipos de baño ahorradores de agua.
Vías de Comunicación	
Es de carácter obligatorio la adaptación de sistemas que permitan el flujo adecuado del agua entre los humedales adyacentes a las carreteras.	En el predio del proyecto no se desarrolla vegetación de manglar, sólo se desarrolla vegetación de Selva Mediana Subperennifolia, por lo que no le es aplicable este criterio.
La autorización para la construcción de caminos queda condicionada a la presentación de evidencias científicas en la Manifestación de Impacto Ambiental que demuestren que tales	En el proyecto no se contempla la construcción de caminos. Su acceso está conectado directamente con la entrada principal del Plan Maestro Cozumel Country Club y con la vialidad costera norte.

Criterios	Cumplimiento del proyecto
obras no generen impactos irreversibles sobre la fauna silvestre nativa que deriven en conflictos ambientales y desequilibrios ecológicos. Queda prohibida la construcción de rejas sujetas al ras del suelo en las mismas vías.	El predio donde se pretende establecer el proyecto corresponde Polígono A del Plan Maestro Cozumel Country Club, por lo que ya estaba previsto su desarrollo desde que obtuvo autorización el Plan Maestro "Cozumel Country Club". En el proyecto se plantea la construcción de un condominio en dos edificios de tres niveles que albergarán 32 villas, que contará con circulaciones (elevadores y escaleras), servicios e instalaciones, una palapa de amenidades, dos albercas con asoleaderos, andadores peatonales y estacionamiento.
Se prohíbe la instalación de cercados y bardas que obstruyan el movimiento de la fauna silvestre.	En el proyecto se plantea realizar la construcción de las obras propuestas de manera gradual, manteniendo áreas con vegetación natural donde podrá desplazarse la fauna. Durante la etapa de construcción se delimitarán las áreas de conservación con una malla con el objetivo de protegerlas. Dicha malla se colocará 50 cm arriba del nivel del suelo para permitir el paso de la fauna.
El diseño de calles y avenidas deberá considerar el flujo y colecta de aguas pluviales, así como su orientación hacia pozos de infiltración.	En el proyecto no se consideran vialidades, sólo se contemplan obras no techadas como andadores peatonales y un estacionamiento. Los andadores peatonales serán hechos a base de arena compactada y el estacionamiento se construirá a base de hidrocreto, lo cual permitirá la infiltración del agua. Así mismo, en las azoteas de los edificios, se conducirá el agua pluvial que se capte a través de una tubería de PVC hacia las áreas de conservación. Los tubos contarán con una trampa de retención de sólidos.
Extracción de Materiales	
Quedan prohibidas las actividades relacionadas con la extracción de materiales.	En el proyecto no se realizarán excavaciones para la extracción de material pétreo.
Proceso de Construcción	
La autorización de viviendas, hoteles y residencias queda condicionada a la presentación de un programa aprobado por CAPA sobre el manejo y disposición de aguas residuales y lodos.	Las aguas residuales que se generen en los edificios del Condominio se descargarán a biodigestores marca ROTOPLAS, en las que serán tratadas y el efluente que se genere será clorado y utilizado en actividades de limpieza. En el futuro se prevé realizar la conexión a la red de drenaje municipal. Cabe señalar que se consideró el uso de biodigestores, ya que en este momento no hay viabilidad de realizar la conexión a la red de drenaje municipal.

Criterios	Cumplimiento del proyecto
Se prohíbe la instalación de campamentos de construcción fuera de las áreas de desplante de la obra. La autorización de campamentos de construcción queda condicionada a la presentación de programas de tratamiento y disposición de desechos líquidos y sólidos en la Manifestación de Impacto Ambiental.	Para la construcción de las obras no se considera la instalación de campamentos de construcción, dado que solo se contratará personal de la Isla de Cozumel, mismos que pueden trasladarse fácilmente de su lugar de residencia al predio del proyecto. Durante la construcción y operación de las obras se espera generar residuos sólidos, los cuales serán colectados, almacenados temporalmente y serán trasladados al relleno sanitario (construcción) y/o entregados al servicio de limpia (operación). Para el manejo de las aguas residuales generadas por parte de los trabajadores durante la construcción del proyecto, se utilizarán los sanitarios portátiles en proporción de 1 por cada 20 trabajadores, los cuales recibirán limpieza cada tercer día por parte de la empresa arrendadora. Estos sanitarios se colocarán en el área de aprovechamiento. En la etapa operativa del proyecto, las aguas residuales que se generen en el condominio se conducirán a través de la red interna de drenaje a los biodigestores que se instalarán para su tratamiento. El agua tratada será almacenada en cisternas donde será clorada y podrá ser utilizada para actividades de limpieza previo cumplimiento con la normatividad aplicable. Los residuos peligrosos que se generen tendrán un manejo adecuado mediante su colecta, almacenamiento temporal y entrega a una empresa autorizada en su manejo durante todas las etapas del proyecto. En el Programa de manejo de Residuos que se anexa a esta MIA-P, se especifican las medidas necesarias para realizar una correcta disposición de los mismos.
La construcción de infraestructura y edificaciones en zonas de manglar y sistemas lagunares estarán sujetas a los establecido en la Ley General de Vida Silvestre y la NOM-022-SEMARNAT-2003.	El predio del proyecto se ubica a una distancia de 105.0 m de la vegetación de manglar más cercana del sistema ambiental, la cual se encuentra atravesando la Carretera Costera Norte. Asimismo, el predio se ubica a una distancia de 215.0 m del manglar que se desarrolla al interior del Plan Maestro Cozumel Country Club que corresponde a los denominados UGA A2a.

Criterios	Cumplimiento del proyecto
	De las obras del proyecto, la más cercana a la vegetación de manglar corresponde al estacionamiento, que se ubica a una distancia de 105.0 m de la vegetación de manglar que se encuentra atravesando la Carretera Costera Norte. El edificio norte del Condominio se ubica a una distancia de 214.0 m de la vegetación de manglar, los andadores peatonales se encuentran a 113.0 m y 302.0 m los más alejados. En tanto que el edificio oeste del Condominio y los andadores peatonales se ubican a una distancia de 228.0 m y 278.0 m de la vegetación de manglar que se desarrolla al interior del Plan Maestro Cozumel Country Club. En virtud, de que el proyecto cumple con la distancia de 100 metros mencionada en el numeral 4.14 de la NOM-022-SEMARNAT-2003, sin embargo, se realizará un análisis de esta norma en la sección final de este apartado.

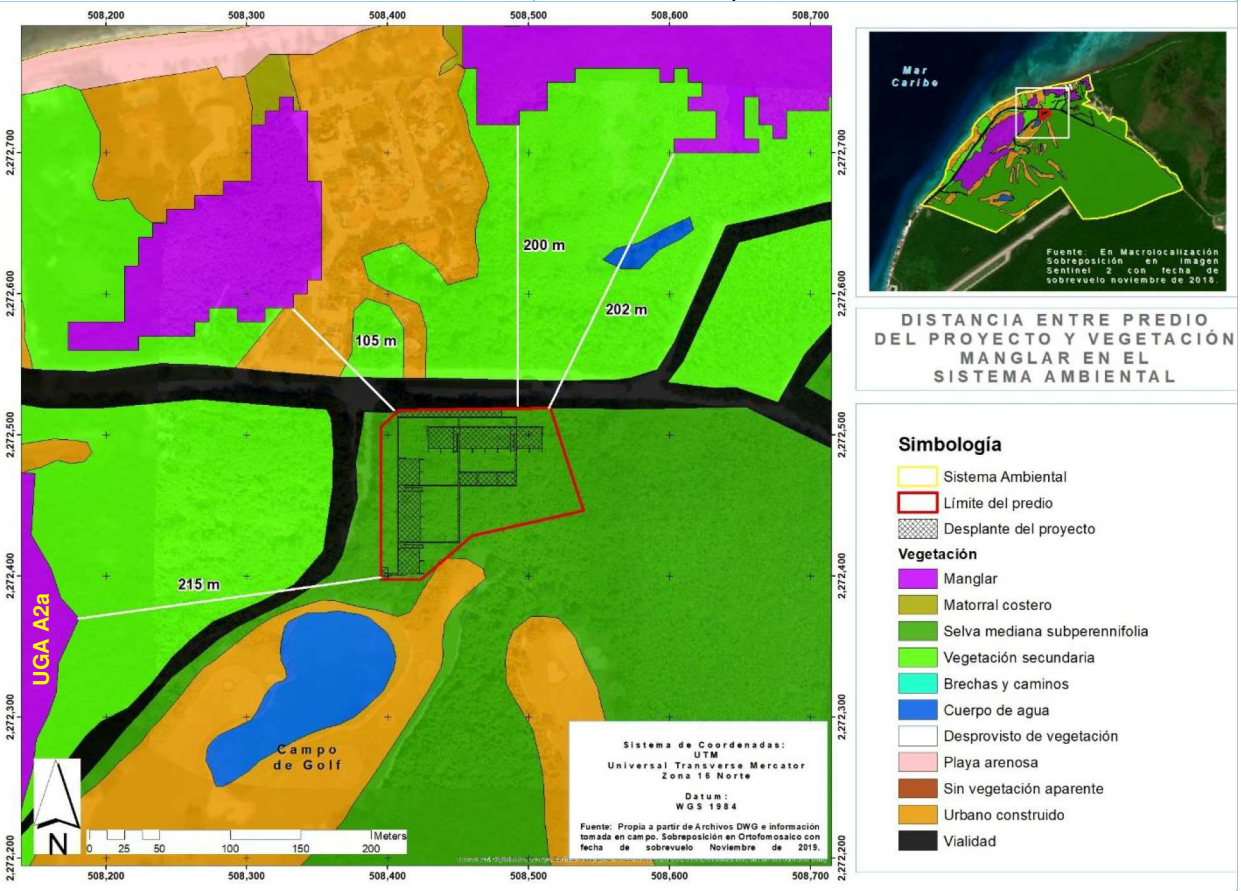


Figura 3. Distancia al humedal con manglar de la UGA A2a y los ubicados al norte cruzando la carretera costera norte.

Criterios	Cumplimiento del proyecto

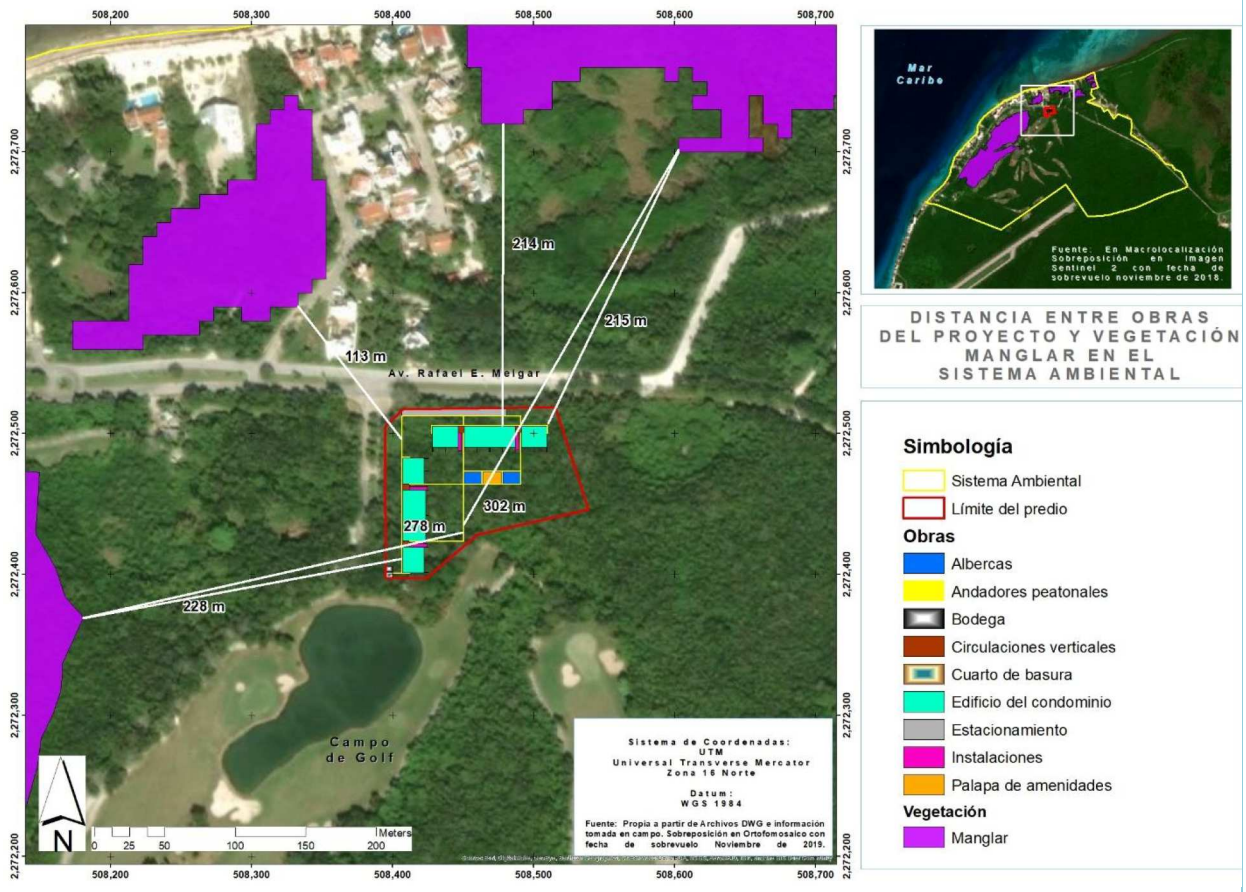


Figura 4. Distancia de las obras del proyecto al humedal con manglar de la UGA A2a y los ubicados al norte cruzando la carretera costera norte.

Queda prohibida la quema de desechos sólidos y vegetación, así como la aplicación de herbicidas y defoliantes para el desmonte y mantenimiento de derechos de vía.	Durante las actividades del proyecto no se realizará la quema de residuos sólidos y tampoco se aplicará ningún tipo de herbicida para realizar el desmonte de las áreas de aprovechamiento, ya que para el desmonte se utilizará maquinaria.
Se prohíbe la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre la vegetación nativa, Zona Federal Marítimo Terrestre y áreas marinas.	No se colocará ningún tipo de material proveniente de las obras sobre la vegetación destinada para conservación. Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se asignarán sitios de acopio para este tipo de residuos, mismos que se ubicarán dentro de las áreas de aprovechamiento.
Se prohíbe la extracción de arena de las playas.	El predio no colinda con la playa y no se pretende realizar la extracción de la playa más cercana. La pleamar se ubica a una distancia de 240.0 m del predio.
Materiales y Tipo de Construcción	
Se prohíbe el aprovechamiento de palmas de las especies *Thrinax radiata* (chit), *Pseudophoenix sargentii* (cuca) y *Coccothrinax readii* (nakás), con excepción de aquellas que provienen de UMAS.	En el proyecto no se pretende realizar el aprovechamiento de palmas de las especies señaladas. Entre las obras del proyecto no se considera la conformación de las áreas ajardinadas. Sólo se

Criterios	Cumplimiento del proyecto
	contempla colocar jardineras al interior del condominio, en las que se utilizarán plantas nativas y ornamentales de la región.
Equipamiento Hotelero y Residencial Turístico	
El costo para poder proveer los servicios municipales necesarios para nuevos cuartos de hotel o residencias- deberá ser cubierto por el promovente o desarrollador y quedando bajo la responsabilidad del municipio la implementación de un programa que incremente proporcionalmente, la capacidad del sistema de manejo de residuos sólidos municipales, de la red y planta de tratamiento que da servicio a la isla y de la extracción de agua potable que abastece al municipio.	La promovente asumirá el costo para proveer los servicios necesarios para la operación de las villas del condominio. Durante la etapa operativa, las aguas residuales que se generen en el condominio se descargarán hacia biodigestores de la marca ROTOPLAS para su tratamiento. El agua tratada será almacenada en cisternas donde será clorada y podrá ser utilizada en actividades de limpieza, y posteriormente se prevé realizar la conexión a la red de drenaje municipal. El suministro de agua del proyecto será por medio de la cisterna general con la que cuenta el Plan Maestro, la cual tiene una capacidad de 212,000.0 L y está ubicada en el edificio de mantenimiento, de la cual se canalizará dicha agua por tubería instalada en la berma de servicios de las vialidades generales hasta el predio y de ahí se distribuirá por una red interna a las cisternas de cada edificio. El suministro de energía eléctrica será a través de la red provisional de distribución que se instalará por parte del propietario y suministrada por la Comisión Federal de Electricidad.
La autorización de proyectos relacionados con la infraestructura hotelera o inmobiliaria queda condicionada a la presentación de evidencias científicas en la Manifestación de Impacto Ambiental que demuestren que tales proyectos no generan impactos negativos irreversibles sobre los ecosistemas de manglar que deriven en desequilibrios ecológicos y conflictos ambientales.	El predio donde se pretende establecer el proyecto corresponde la Polígono A del Plan Maestro Cozumel Country Club, por lo que ya estaba previsto su desarrollo desde que obtuvo autorización el Plan Maestro "Cozumel Country Club". El proyecto "Cozumel Country Club" fue autorizado en el año 1999, cuando estaba vigente el Plan Director de Desarrollo Urbano del Municipio de Cozumel, 1996, que fue modificado en el año 1999. De acuerdo con la última modificación del Plan Maestro Cozumel Country Club, que fue autorizada a través del oficio No. SGPA/DGIRA/DG/06138 de fecha 7 de agosto de 2019, se permite una densidad de 1,362 cuartos, de los cuales están incluidos 70 cuartos y 12 locales comerciales para el Polígono A. Sin embargo, a través de este estudio se solicita la autorización para la construcción de un Condominio en 2 edificios de 3 niveles con un total de 32 Villas, equivalentes a 64 cuartos, cuyo diseño se sujeta a

Criterios	Cumplimiento del proyecto
	lo establecido en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Cozumel (2008), que es el instrumento actualmente vigente. Las obras del proyecto se desplantarán en una superficie de 3,655.08 m^2 que equivale al 28.73 % del predio, por lo que se requiere realizar la remoción de la vegetación de Selva Mediana Subperennifolia en dicha superficie. Se mantendrá una superficie de 8,449.33 m^2 (66.40 %), es decir, la mayor parte del predio con vegetación en estado natural y áreas reforestadas. Las obras del proyecto se desplantarán sólo en las áreas destinadas para aprovechamiento, por lo que no se afectará la vegetación de manglar que se encuentra atravesando la carretera Costera Norte a una distancia de 105.0 m del predio. La vegetación de manglar que se desarrolla al interior del Plan Maestro se ubica a una distancia de 215.0 m del predio. De acuerdo con lo anterior, el proyecto no generará impactos negativos sobre el manglar, dado que se tomarán las medidas necesarias para evitar cualquier afectación.
Cualquier Manifestación de Impacto Ambiental de proyectos que se pretendan realizar en ecosistemas frágiles, especialmente de manglar, deberá partir de una base cartográfica a escala 1:100 o más fina. Esta base deberá servir como información a ingresarse en la Bitácora Ambiental.	Las obras que se proponen no se desplantarán sobre vegetación de manglar, solo se aprovechará vegetación de Selva Mediana Subperennifolia y una brecha de terracería existente. De las obras del proyecto, la más cercana a la vegetación de manglar corresponde al estacionamiento, que se ubica a una distancia de 105.0 m de la vegetación de manglar que se encuentra atravesando la Carretera Costera Norte. El edificio norte del Condominio se ubica a una distancia de 214.0 m de la vegetación de manglar, los andadores peatonales se encuentran a 113.0 m y 302.0 m los más alejados. En tanto que el edificio oeste del Condominio y los andadores peatonales se ubican a una distancia de 228.0 m y 278.0 m de la vegetación de manglar que se desarrolla al interior del Plan Maestro Cozumel Country Club.
La autorización de cada 1000 nuevos cuartos de hotel y residencias queda condicionada a la implementación de un programa que incremente, en un 20% con respecto al momento de hacer la	El predio donde se pretende establecer el proyecto corresponde al Polígono A del Plan Maestro Cozumel Country Club, por lo que ya estaba previsto su desarrollo desde que obtuvo autorización el Plan Maestro "Cozumel Country Club".

Criterios	Cumplimiento del proyecto
solicitud, la capacidad del sistema de manejo de residuos sólidos municipales, de la planta de tratamiento que da servicio a la isla y de la extracción de agua potable que abastece al municipio.	El proyecto "Cozumel Country Club" fue autorizado en el año 1999, cuando estaba vigente el Plan Director de Desarrollo Urbano del Municipio de Cozumel, 1996, que fue modificado en el año 1999. De acuerdo con la última modificación del Plan Maestro Cozumel Country Club, que fue autorizada a través del oficio No. SGPA/DGIRA/DG/06138 de fecha 7 de agosto de 2019, se permite una densidad de 1,362 cuartos, de los cuales están incluidos para el Polígono A, 70 cuartos y 12 locales comerciales. Sin embargo, a través de este estudio se solicita la autorización para la construcción de un Condominio en 2 edificios de 3 niveles con un total de 32 Villas, equivalentes a 64 cuartos, cuyo diseño se sujeta a lo establecido en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Cozumel (2008), que es el instrumento actualmente vigente. Desde el estudio de impacto ambiental del Plan Maestro se planteó el desarrollo de los lotes a futuro, por lo que estaba previsto el aumento en la generación de residuos, del consumo de agua y de la necesidad de tratamiento de aguas residuales. Los residuos que se generen durante la operación del Condominio K'iino serán separados de acuerdo con su tipo, almacenados temporalmente en el cuarto de basura y entregados al servicio de limpia municipal para su traslado al relleno sanitario. Para aminorar el impacto sobre el sitio de disposición final, los residuos reciclables serán entregados a empresas autorizadas en su manejo para su procesamiento. En cuanto al manejo de aguas residuales, de manera inicial se utilizarán biodigestores para su tratamiento. El agua tratada será almacenada en cisternas donde será clorada con pastillas de cloro. Una vez que exista factibilidad a la red de drenaje del municipio el proyecto será conectado. Con respecto al abastecimiento de agua potable, el suministro de agua del proyecto será por medio de la cisterna general con la que cuenta el Plan Maestro, la cual tiene una capacidad de 212,000.0 L y está ubicada en el edificio de mantenimiento, de la cual se canalizará dicha agua por tubería instalada en la berma de servicios de las vialidades generales

Criterios	Cumplimiento del proyecto
	hasta el predio y de ahí se distribuirá por una red interna a las cisternas de cada edificio.
La autorización de proyectos relacionado con la infraestructura hotelera o inmobiliaria queda condicionada a la presentación de evidencias científicas en la Manifestación de Impacto Ambiental que demuestren que tales proyectos no generan impactos negativos irreversibles sobre los ecosistemas de manglar señalados en el mapa como A2a, que deriven en desequilibrios ecológicos y conflictos ambientales.	De las obras del proyecto, la más cercana a la vegetación de manglar corresponde al estacionamiento, que se ubica a una distancia de 105.0 m de la vegetación de manglar que se encuentra atravesando la Carretera Costera Norte. El edificio norte del Condominio se ubica a una distancia de 214.0 m de la vegetación de manglar, los andadores peatonales se encuentran a 113.0 m y 302.0 m los más alejados. El manglar de la UGA A2a, que corresponde al que se desarrolla al interior del Plan Maestro Cozumel Country Club se ubica a una distancia de 215.0 m del predio. El edificio oeste del Condominio y los andadores peatonales se ubican a una distancia de 228.0 m y 278.0 m de esta vegetación de manglar que se desarrolla al interior del Plan Maestro Cozumel Country Club. En la vinculación con el artículo 60 TER y la Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003, se detalla la forma en que se dará cumplimiento a lo establecido en esta norma, demostrando que no se afectará la vegetación de manglar.
Se permite la construcción de cuartos de hotel o su equivalente en residencias de una densidad máxima de 50 cuartos por hectárea, un COS de 30%, un CUS de 0.6 y 3 niveles u 11 metros de altura como máximo.	A través de este estudio se solicita la autorización para la construcción de un Condominio en 2 edificios de 3 niveles con un total de 32 Villas, equivalentes a 64 cuartos, cuyo diseño se sujetará a lo establecido en este criterio del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Cozumel (2008), que es el instrumento actualmente vigente. De acuerdo con este criterio y considerando que el predio cuenta con una superficie total de 12,724.61m^2, se permite un COS de 3,817.38 m^2 que equivale al 30.00 % del predio, un CUS de 7,634.77 m^2, que equivale a 0.6, una densidad de hasta 64 cuartos, y una altura de 3 niveles u 11.0 m. Conforme a lo anterior, para el proyecto se contempla aprovechar una superficie de 3,655.08m^2, que equivale al 28.73 % del predio, se utilizará un CUS de 7,209.05 m^2, que representa el 0.57. En cuanto a la densidad, se propone construir 32 villas, equivalentes a 64 cuartos en dos edificios de 3 niveles de 11.0 m de altura, por lo que se cumplirá con los parámetros permitidos.

Criterios	Cumplimiento del proyecto
Campos de Golf	
Queda prohibida la construcción de campos de golf.	El proyecto que se propone consiste en un condominio con villas, por lo que cumple con este criterio.
Equipamiento Portuario	
La autorización de equipamiento portuario queda condicionada a la presentación de evidencias científicas en la Manifestación de Impacto Ambiental que demuestren que la actividad no generara impactos negativos irreversibles que deriven a desequilibrios ecológicos y conflictos ambientales.	El proyecto no considera obras de equipamiento portuario.
Turismo Alternativo	
Las actividades relacionadas al turismo alternativo, deben contar con autorización en Materia de Impacto Ambiental, en los cuales demuestren que no se generan impactos negativos irreversibles que pudieran crear desequilibrios ecológicos y conflictos ambientales.	El proyecto no pretende realizar actividades relacionadas con el turismo alternativo.
Queda prohibido el aprovechamiento extractivo de la vegetación natural y fauna silvestre nativa.	El proyecto no realizará el aprovechamiento extractivo de la vegetación ni de la fauna silvestre.
Los vehículos motorizados que se utilicen para turismo alternativo deberán cumplir con la NOM-080-ECO-1994.	En el proyecto no se pretende realizar el uso de vehículos motorizados para actividades de turismo alternativo.
Actividades Agropecuarias	
Quedan prohibidas las actividades agropecuarias.	El proyecto no contempla actividades agropecuarias.
Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS)	
Solo se permitirán las UMA de uso intensivo.	En el predio no se pretende establecer una UMA, por lo que no le aplica este criterio.
Flora y Fauna	
Se prohíbe la introducción de especies.	Se cumplirá con este criterio ya que no se realizará la introducción, extracción, captura o comercialización de especies de flora y fauna silvestre.
Se prohíbe la extracción, captura o comercialización de especies de flora y fauna silvestre.	
Todo recorrido turístico deberá presentar Manifestación de Impacto Ambiental que demuestre con evidencia científica, que la actividad a desarrollar no tendrá efectos negativos irreversibles sobre la flora y fauna silvestre que deriven en desequilibrios ecológicos y conflictos ambientales.	En el proyecto no se pretenden realizar recorridos turísticos, por lo que no le aplica este criterio.

Criterios	Cumplimiento del proyecto
Pesca	
No aplica	
Línea de Costa y Playa	
No aplica	
Dunas	
No aplica	
Zonas Inundables y Lagunas Costeras	
Quedan prohibidas las obras que alteren el flujo natural del agua, tanto dulce, como salobre y marina, hacia el manglar y las lagunas costeras. Quedan prohibidas las obras que alteren el flujo y reflujo superficial y subterráneo del agua, así como el movimiento de la fauna silvestre.	En el predio del proyecto sólo se desarrolla vegetación de selva mediana subperennifolia y posee una brecha de terracería. De las obras del proyecto, la más cercana a la vegetación de manglar corresponde al estacionamiento, que se ubica a una distancia de 105.0 m de la vegetación de manglar que se encuentra atravesando la Carretera Costera Norte. El edificio norte del Condominio se ubica a una distancia de 214.0 m de la vegetación de manglar, los andadores peatonales se encuentran a 113.0 m y 302.0 m los más alejados. Con las obras que se proponen no se prevé modificar el flujo superficial del agua en las superficies que queden con vegetación, dado que en estas se continuará realizando la infiltración del agua hacia el manto freático. Por otra parte, la construcción de los edificios no alterará el flujo subterráneo del agua, dado que serán cimentados utilizando zapatas sobre el nivel del terreno natural, sin embargo, la cimentación final será determinada de acuerdo con los resultados que arroje el estudio de mecánica de suelos, que determinará la capacidad de carga que soporta el terreno para evitar afectaciones a las cavernas y se garantice la estabilidad de las obras. Los andadores, palapa de amenidades, asoleaderos y el estacionamiento se construirán sobre el nivel de plataforma, sin llegar al manto freático. Para la instalación de los biodigestores, cisternas y las albercas que se proponen, se realizarán las excavaciones en la plataforma de desplante, sin llegar al manto freático. No se limitará el movimiento de la fauna dado que podrán desplazarse en las áreas con vegetación natural del predio, que se conectarán al este con otras zonas con vegetación natural.

Criterios	Cumplimiento del proyecto
Se prohíbe el aprovechamiento, tala y relleno de manglar.	Las obras que se proponen se desplantarán en vegetación de Selva Mediana Subperennifolia y una brecha existente, por lo que no se afectará la vegetación de manglar.
La autorización del aprovechamiento de zonas inundables queda condicionada a la presentación de evidencias científicas en la Manifestación de Impacto Ambiental que demuestren que tales actividades no generarán impactos negativos irreversibles que deriven conflictos ambientales ni desequilibrios ecológicos.	En el proyecto no se prevé el aprovechamiento de zonas inundables, por lo que este criterio no le aplica.
La autorización de andadores volados o puentes sobre manglar quedará condicionada a la presentación de evidencias científicas en la Manifestación de Impacto Ambiental que demuestren que tales actividades no generarán impactos negativos irreversibles que deriven conflictos ambientales ni desequilibrios ecológicos y deberán usarse únicamente materiales no permanentes.	El predio del proyecto no posee manglar y no pretende realizar andadores volados o puentes, por lo que no le aplica este criterio.
Queda prohibido el vertimiento de residuos líquidos y sólidos a cuerpos de agua, manglares y humedales.	En el proyecto no se verterán los residuos sólidos ni líquidos en las zonas de manglar que se ubican atravesando la carretera ni en las registradas al interior del Plan Maestro, dado que en el caso de los residuos sólidos se prevé que se dispongan en contenedores, sean almacenados temporalmente en un sitio dentro del área de aprovechamiento y se trasladen al relleno sanitario. En el caso de los residuos líquidos serán canalizados a través de biodigestores completamente impermeables.
Es obligatoria la rehabilitación de los canales de comunicación entre los manglares que estén alterados por construcciones.	El predio del proyecto no posee vegetación de manglar, por lo que no se pretende realizar la rehabilitación de canales de comunicación. De las obras del proyecto, la más cercana a la vegetación de manglar corresponde al estacionamiento, que se ubica a una distancia de 105.0 m de la vegetación de manglar que se encuentra atravesando la Carretera Costera Norte. El edificio norte del Condominio se ubica a una distancia de 214.0 m de la vegetación de manglar, los andadores peatonales se encuentran a 113.0 m y 302.0 m los más alejados. De tal forma que las áreas con vegetación de manglar están alejadas del predio y no se prevé ningún tipo de afectación sobre estas.

Criterios	Cumplimiento del proyecto
Cenotes, Dolinas y Cavernas	
Se prohíbe cualquier tipo de construcción o modificación en cenotes, cavernas y dolinas.	El predio donde se construirá el proyecto no presenta estructuras cársticas como dolinas, cenotes o cavernas.
Se prohíbe la extracción y colecta de flora y fauna acuática salvo autorización expresa de la SEMARNAT.	Entre las actividades del proyecto no se contemplan actividades de extracción y colecta de fauna acuática.
Se prohíben las quemas y la alteración de la vegetación y la topografía en un área de 100 m alrededor de cuevas y cenotes.	En el proyecto no se registraron cuevas y cenotes, por lo que no le aplica este criterio.
Se prohíbe la extracción de aguas de cenotes.	En el proyecto no se extraerá agua de cenotes, ya que éste no posee cuerpos de agua. En las zonas inundables del Plan Maestro tampoco se pretende realizar estas actividades.
Se prohíbe la disposición de aguas residuales en dolinas o cavernas.	Para el tratamiento de las aguas residuales inicialmente se utilizarán biodigestores marca Rotoplas para su tratamiento, y posteriormente los desarrollos se conectarán a la red de drenaje municipal.
La autorización de las obras de acceso a cuerpos de agua queda condicionada a la presentación de evidencias científicas en la Manifestación de Impacto Ambiental que demuestren que tales obras no generarán impactos negativos irreversibles que deriven en conflictos ambientales ni desequilibrios ecológicos. Se prohíbe la instalación de cableado eléctrico o equipos de iluminación dentro de los cenotes.	Entre las obras que se proponen no se contemplan obras de acceso a cuerpos de agua, por lo que no le es aplicable este criterio.

2.6. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO Y REGIONAL DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE.

De acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de noviembre de 2012) el predio de interés se ubica en la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) 141, la cual es regional (Figura 5).

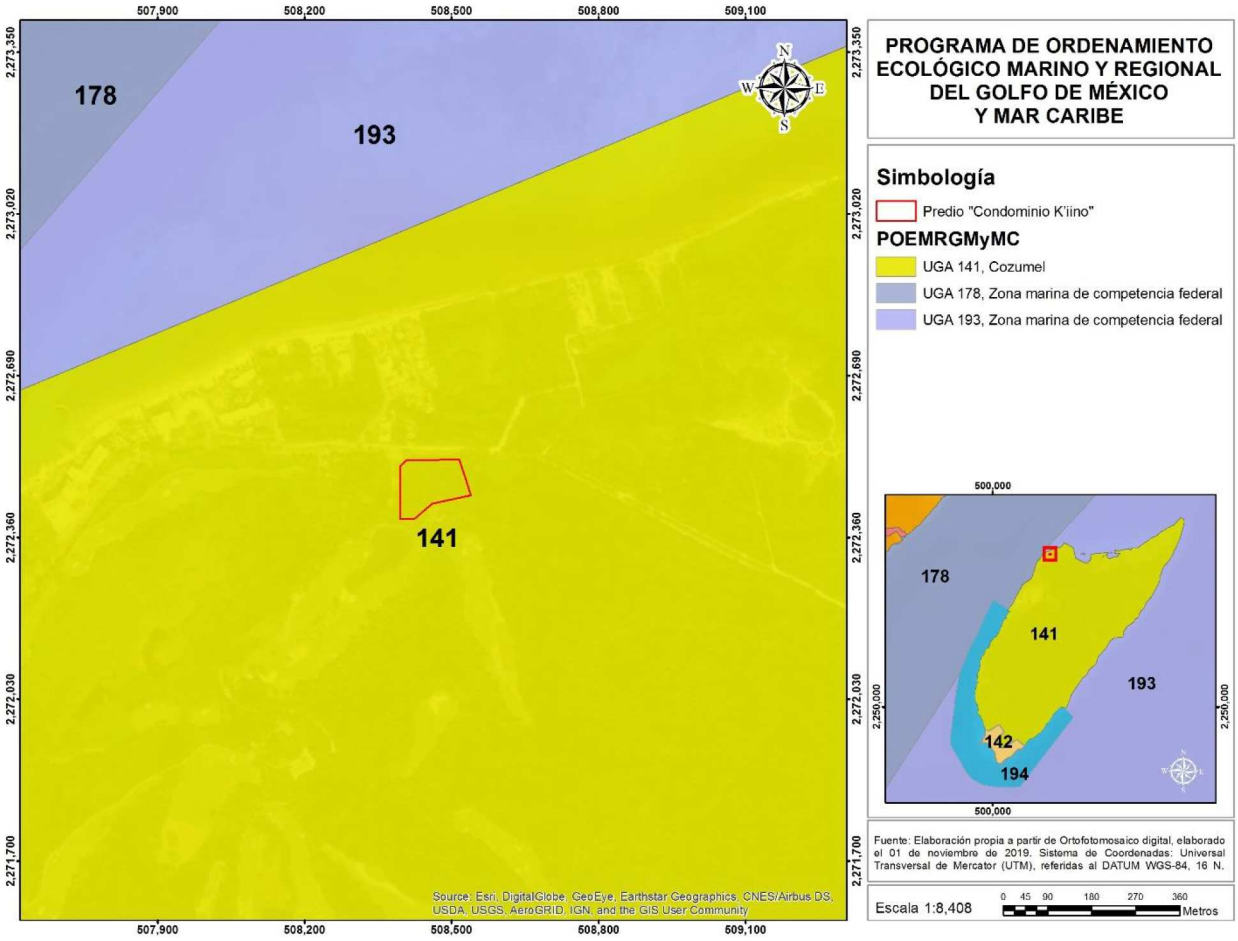


Figura 5. Ubicación del predio del proyecto en el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (2012).

Cabe señalar que el Artículo Tercero de dicho Programa el cual se cita a continuación:

Artículo Tercero.- Conforme a los términos del "Convenio Marco de Coordinación para la instrumentación de un proceso de planeación conjunto para la formulación, expedición, ejecución, evaluación y modificación del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe", los Gobiernos de los Estados de Campeche, Quintana Roo, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán expedirán, mediante sus órganos de difusión oficial, la parte Regional del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.

Razón por la cual en el Decreto de dicho programa en su Artículo 1, expide la parte marina del POEMyRGMyMC y en su Artículo 2, indica que da a conocer la parte regional del mismo.

Con base en lo anterior y toda vez que, a la fecha no han sido emitidos los decretos correspondientes por parte de las Entidades afectadas, en este caso, el Estado de Quintana Roo, sólo está vigente la parte marina.

2.7. NORMAS OFICIALES MEXICANAS.

Para el proyecto se han evaluado todos los procesos involucrados en las distintas etapas del proyecto del sitio hasta la operación misma, identificando de manera clara las Normas Oficiales Mexicanas Eco la regulación de dichas obras o actividades (Cuadro 8).

Cuadro 8. Normas Oficiales Mexicanas que le aplican al proyecto en cada una de las etapas. P=Preparación, C= C

NORMAS OFICIALES MEXICANAS	DESCRIPCIÓN	ETAPAS		CU
		P Y C	O	
NOM-001-SEMARNAT-1996	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.			El agua tratada c cumplir con los l en esta norma d Para verificar lo análisis del eflu para que éste pu Se medirán los fecales, mate bioquímica de fósforo total, só sedimentables, aceite, metales p
NOM-003-SEMARNAT-1997	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes de las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público.			El agua tratada c cumplir con los l en esta norma d Para verificar lo análisis del eflu para que éste pu Se medirán los fecales, mate bioquímica de fósforo total, só

NORMAS OFICIALES MEXICANAS	DESCRIPCIÓN	ETAPAS		CU
		P Y C	O	
				sedimentables, aceite, metales p
NOM-041-SEMARNAT-2006	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible			Esta norma es a utilizan gasolina excluye la ma construcción. Para verificar qu se solicitarán mantenimiento p
NOM-045-SEMARNAT-2006	Vehículos en circulación que usan diésel como combustible.- Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.			Esta norma es a utilizan diésel co la maquinaria uti Para verificar qu se solicitarán mantenimiento p presencia de hu
NOM-052-SEMARNAT-1993	Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.			Es de observan los residuos pe durante todas las Para cumplir es características d se generen y se con su tipo.
NOM-054-SEMARNAT-1993	Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993.			Es de observan almacenamiento que se generen proyecto. Para cumplir co que no existan re contenedores de

NORMAS OFICIALES MEXICANAS	DESCRIPCIÓN	ETAPAS		CU
		P Y C	O	
Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo en la 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.			Esta norma es registraron en el p la misma. Esta norma se u conocer las ca encuentran las proyecto se cons de flora y faun asimismo, se pro realizará su moni
NOM-080-SEMARNAT-1994	Que establece los 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.			Esta norma es vehículos autom predio, aplica par maquinaria está e Para cumplir con medición de ruid utilicen para las manera periódica

2.7.1. Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo en la Norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

El día 14 de noviembre de 2019 se publicó en el Diario Oficial de la Federación la Modificación del Anexo Normativo III, Lista de Especies en Riesgo en 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, publicada el 30 de diciembre de 2010. Esta modificación implicó el cambio de categoría de algunas especies y se incluyeron otras especies que no estaban en la norma

Esta norma tiene por objeto identificar las especies de flora y fauna silvestre que se encuentran en riesgo en la República Mexicana mediante la integración de las listas correspondientes, asimismo, establece los criterios para la inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones.

Es de observancia obligatoria para las personas físicas o morales que promuevan la inclusión, exclusión, o cambio de las especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo en el territorio nacional.

En el predio se registraron algunas especies que se encuentran en alguna de las categorías de riesgo establecidas en esta norma.

A continuación, se definen las categorías de riesgo establecidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la Ley General de Vida Silvestre (Cuadro 9).

Cuadro 9. Definiciones de los términos Especie amenazada, Especie bajo protección especial y Especie endémica según la Ley General de Vida Silvestre y la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Concepto	Ley General de Vida Silvestre (Título VI, Capítulo I, Art. 58, incisos b y c):	NOM-059-SEMARNAT-2001 (Puntos 3.2.3., 3.2.4., y 3.6.)
Especie amenazada:	Aquellas (especies y poblaciones) que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazos, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.	Aquellas especies, o poblaciones de las mismas, que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazos, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat, o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.
Especie en peligro de extinción	Aquellas cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su	Aquellas especies cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural,

Concepto	Ley General de Vida Silvestre (Título VI, Capítulo I, Art. 58, incisos b y c):	NOM-059-SEMARNAT-2001 (Puntos 3.2.3., 3.2.4., y 3.6.)
	hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.	debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.
Protección especial		Aquella cuyo ámbito de distribución natural se encuentra circunscrito únicamente al territorio nacional y las zonas donde la Nación ejerce su soberanía y jurisdicción.
Endémica		Aquellas especies o poblaciones que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas. (Esta categoría puede incluir a las categorías de menor riesgo de la clasificación de la IUCN).

De las especies de flora y fauna registradas en el predio del proyecto están enlistadas 12 especies de fauna y una especie de flora en la Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo en la Norma Oficial Mexicana **NOM-059-SEMARNAT-2010** (DOF 14 de noviembre de 2019).

- **ESPECIES DE FLORA**

En el predio se registró una especie de flora incluida en la Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, la cual se encuentra en la categoría de amenazada (Cuadro 10).

Cuadro 10. Especies presentes en el área de estudio enlistadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**. A-Amenazada, P-Peligro de extinción, Pr-Sujeta a protección especial, E-Endémica, NE-No Endémica.

Familia	Nombre Científico	Nombre común	Estatus	Distribución
Arecaceae	*Coccothrinax readii*	Nak'as	A	E

Esta especie se encuentran en el área de desplante del proyecto, por lo que para minimizar el impacto sobre esta y otras especies de importancia ecológica, económica u ornamental,

se llevará a cabo un programa de rescate de flora de manera previa a las actividades de chapeo y desmonte, los individuos rescatados serán mantenidos en un vivero para su posterior incorporación a las áreas de reforestación del proyecto. En el Apéndice 3 se describen las características de esta especie.

Cuadro 11. Especie de flora enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la vinculación con el proyecto.

Flora	Vinculación con el proyecto
Palma nacax (*Coccothrinax readii*)	En las áreas de aprovechamiento se realizará la remoción de la vegetación en las áreas de desplante, por lo que se podrían afectar los ejemplares de estas especies, sin embargo, se contempla realizar el rescate de los ejemplares que sean susceptibles de ello, los cuales serán trasladados al vivero que se instale donde recibirán los cuidados necesarios. Posteriormente, estos ejemplares serán incorporados en las áreas de reforestación. De esta manera, se minimizará el impacto que se producirá sobre estas especies. Las actividades de rescate de flora se llevarán a cabo conforme al Programa de Rescate de Flora que se anexa a esta MIA-P.

- **ESPECIES DE FAUNA**

En el área de estudio de fauna se registraron 12 especies de fauna incluidas en la Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, de las cuales dos se encuentran en peligro de extinción, siete sujetas a protección especial y tres especies amenazadas (Cuadro 12).

Cuadro 12. Especies presentes en el predio y su área de influencia, enlistados en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**. A=Amenazada, Pr=Sujeta a Protección Ambiental, P= En peligro de extinción, E=Endémica, NE= No Endémica.

Grupos	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	
				Categoría	Distribución
Reptiles	Sphaerodactylae	*Aristelliger georgeensis*	Gecko de la Isla San Jorge	Pr	NE
	Iguanidae	*Ctenosaura similis*	Iguana rayada	A	NE
	Iguanidae	*Iguana iguana*	Iguana verde	Pr	NE
	Colubridae	*Thamnophis proximus*	Culebra acuática	A	NE
	Crocodylidae	*Crocodylus moreletii*	Cocodrilo de pantano	Pr	NE
	Kinosternidae	*Knosternon scorpioides*	Tortuga pecho quebrado	Pr	NE
Aves	Psitacidae	*Amazona albifrons*	Loro frente blanco	Pr	NE

Grupos	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	
				Categoría	Distribución
	Psitacidae	*Eupsittula nana*	Perico pecho sucio	Pr	NE
	Vireonidae	*Vireo bairdi*	Vireo de Cozumel	A	E
Mamíferos	Felidae	*Leopardus wiedii*	Tigrillo	P	NE
	Procyionidae	*Potos flavus*	Mico de noche	Pr	NE
	Procyionidae	*Procyon pygmaeus*	Mapache de Cozumel	P	E

En el Apéndice 3 se describen las características de las especies.

Cuadro 13. Se indican los efectos que podría causar el proyecto sobre las especies de fauna enlistadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

Especie	Características
Mamíferos	En el área de estudio se registraron 9 especies de mamíferos, de los cuales tres están enlistados en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y corresponden al tigrillo (*Leopardus wiedii)*, el mico de noche (*Potos flavus*) y el mapache de Cozumel (*Procyon pygmaeus*). La presencia de especies que requieren zonas conservadas y arboladas, como la el mico de noche (*P. flavus*) y el Tigrillo (*L. wiedii*), son un buen indicador del estado de conservación que tiene el área de estudio. En el caso del felino, se registró al interior del predio, donde se desarrolla vegetación de selva mediana subperennifolia. Es importante considerar que el proyecto mantendrá como áreas de conservación el 66.40 % de su superficie que quedará alrededor de las obras, la cual se conectará con la vegetación ubicada al este, que servirá de corredor natural para esta especie de gran desplazamiento. El mico de noche (*P. flavus*) habita en selvas tropicales y se alimenta de flores, insectos, nueces, huevos, miel, etc. Tiene hábitos nocturnos y se la pasa en la copa de los árboles. Estos organismos de igual forma podrán desplazarse eventualmente a sitios aledaños, pero podrán regresar a utilizar el hábitat cuando concluyan las afectaciones puntuales del proyecto. En tanto que los mapaches de Cozumel (*Procyon pygmaeus*), viven en diferentes hábitats, pero normalmente están asociados a cuerpos de agua permanente. Son habitantes comunes y abundantes en zonas de manglar y zonas costeras, y se les puede encontrar en la selva. De acuerdo con lo anterior, y considerando se mantendrá la mayor parte de la selva del predio, y que éste colinda con zonas inundables del Plan Maestro, se conservará el hábitat de esta especie, ya que estos hábitats poseen los recursos suficientes para cubrir las necesidades de esta especie. Para aminorar el impacto sobre estas especies y las demás que se registraron, se aplicarán las medidas establecidas en el Capítulo VI de esta MIA-P. De manera previa a las actividades del proyecto, se realizará el rescate y reubicación de la

Especie	Características
	fauna que sea susceptible de ello, de acuerdo con el Programa de Rescate de Fauna que se anexa a esta MIA.P.
Aves	En el área de estudio se registraron 23 especies de aves, de las cuales 22 son migratorias y una transeúnte, las cuales hacen uso de las diferentes zonas del predio como sitio de alimentación y refugio temporal. Se registraron tres especies que están enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, que corresponden al Loro frente blanco (*Amazona albifrons*), el Perico pecho sucio (*Eupsittula nana*) y el Vireo de Cozumel (*Vireo bairdi*). Cabe destacar que el alto porcentaje de especies migratorias demuestra que el área de estudio provee de importantes condiciones para alimentación y refugio a estas aves en sus condiciones actuales. En el caso de las aves se prevé que cuando inicien las actividades del proyecto, debido a su capacidad de moverse rápidamente de un sitio a otro, se espera que los ejemplares que pudieran estar en la zona de aprovechamiento migren a las zonas de conservación del mismo predio e incluso de las zonas aledañas que aún forman un continuo de vegetación con la del predio, para que cuando cesen las actividades de preparación y construcción del proyecto puedan regresar a utilizar el hábitat. Las especies que sean más tolerantes a la perturbación serán las que permanezcan durante todas las etapas del proyecto en el sitio. Para aminorar el impacto sobre estas especies y las demás que se registraron, se aplicarán las medidas establecidas en el Capítulo VI de esta MIA-P. De manera previa a las actividades del proyecto, se realizará el rescate y reubicación de los nidos que se registren, de acuerdo con el Programa de Rescate de Fauna que se anexa a esta MIA.P.
Reptiles	Se registraron 12 especies de reptiles, de los cuales 6 especies están enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y corresponden al Gecko de la Isla San Jorge (*Aristelliger georgeensis*), la iguana rayada (*Ctenosaura similis*), la Iguana verde (*Iguana iguana*), la Culebra acuática (*Thamnophis proximus*), el Cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) y la Tortuga pecho quebrado (*Kinosternon scorpioides*). El hábitat de *A. georgeensis* es costero, habita en las paredes de construcciones cercanas a la playa, en huecos de troncos y palmeras o bajo la corteza de estos (Lee, 1980, 1996). Se encuentran en ambientes tropicales costeros o con palmas de coco. Estas últimas son el refugio principal en lugares donde no hay construcciones. Esta especie se registró en el área de influencia en zonas abiertas, por lo que se espera que con las actividades del proyecto se desplacen hacia las zonas con vegetación alrededor del campo de golf y utilicen las palmeras existentes, por lo que no se verá afectado el hábitat de esta especie. Además, que en el predio se mantendrá en su mayor parte cubierto con la vegetación de selva mediana subperennifolia, que también podrá ser utilizada por esta especie. En el caso de la iguana rayada (*Ctenosaura similis*), que está en la categoría de amenazada, es una especie adaptada a sitios perturbados, por lo que se adecúan fácilmente a los cambios y se les puede encontrar en diferentes sitios. Durante la construcción del proyecto se prevé que se trasladen hacia las áreas con

Especie	Características
	vegetación, mientras que en la operación se prevé que ocupen las áreas de conservación del condominio. La Iguana verde (*Iguana iguana*) habita en selvas tropicales y manglares, generalmente donde se encuentran troncos o ramas de árboles caídos sobre o cerca del agua. Esta especie se registró en el área de influencia, cerca de un cuerpo de agua del campo de golf. Con las actividades del proyecto, se espera que esta especie continúe ocupando estas zonas, por lo que no se verá afectado el hábitat de esta especie. Además, que el predio se mantendrá en su mayor parte cubierto con la vegetación de selva mediana subperennifolia, que también podrá ser utilizada por esta especie. Con respecto a la Culebra acuática (*Thamnophis proximus*), esta se encuentra siempre cerca de cuerpos de agua, ya sean permanentes o temporales. Acostumbra ocupar las orillas de estos cuerpos de agua, entre la vegetación que le ofrece refugio y alimentación. Esta especie se registró en el área de influencia, cerca de un cuerpo de agua del campo de golf. Con las actividades del proyecto, se espera que esta especie continúe ocupando estas zonas, por lo que no se verá afectado el hábitat de esta especie. En el caso del Cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*), habita en cuerpos de agua como pantanos, estanques o humedales y lagunas. Los ejemplares registrados se encontraron en el área de influencia, en el cuerpo de agua del campo de golf del Plan Maestro. Con las actividades del proyecto, se espera que esta especie continúe ocupando estas zonas, por lo que no se verá afectado el hábitat de esta especie. En cuanto a la Tortuga pecho quebrado (*Kinosternon scorpioides*), esta habita en cuerpos de agua permanentes, semipermanentes y temporales. Esta especie se registró en el área de influencia, cerca del cuerpo de agua del campo de golf. Con las actividades del proyecto, se espera que esta especie continúe ocupando estas zonas, por lo que no se verá afectado el hábitat de esta especie. Además, que el predio se mantendrá en su mayor parte cubierto con la vegetación de selva mediana subperennifolia, que también podrá ser utilizada por esta especie. Para aminorar el impacto sobre estas especies y las demás que se registraron, se aplicarán las medidas establecidas en el Capítulo VI de esta MIA-P. De manera previa a las actividades del proyecto, se realizará el rescate y reubicación de la fauna que sea susceptible de ello, de acuerdo con el Programa de Rescate de Fauna que se anexa a esta MIA.P.
Anfibios	En el área de estudio se registraron 6 especies de anfibios. Ninguna de las especies registradas se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como ninguna se considera endémica. Pero se registraron dos especies de importancia ecológica como la Rana arborícola trompuda (*Scinax staufferi*) y la Rana chirriadora de invernadero (*E. planirostris*) con el mayor índice de importancia, las cuales pueden ser indicadoras potenciales de que el hábitat presenta un buen estado de conservación, ya que son especies muy sensibles a los cambios y perturbaciones en la vegetación.

Especie	Características
	Estas especies se registraron en el predio y en el área de influencia, estas habitan en ambientes húmedos como bajo troncos caídos, pastizales húmedos, árboles huecos. Para aminorar el impacto sobre estas especies y las demás que se registraron, se aplicarán las medidas establecidas en el Capítulo VI de esta MIA-P. De manera previa a las actividades del proyecto, se realizará el rescate y reubicación de la fauna que sea susceptible de ello, de acuerdo con el Programa de Rescate de Fauna que se anexa a esta MIA.P.

2.7.2. Vinculación del proyecto con la Ley General de Vida Silvestre en su artículo 60 TER, así como con la NOM-022-SEMARNAT-2003.

En relación con el Artículo 60 TER y la NOM-022-SEMARNAT-2003 en sus numerales 4.0 al 4.43, cabe señalar que las obras que comprende el proyecto no afectarán ningún área de manglar, ya que todas se desplantarán sobre áreas donde se desarrolla vegetación de selva mediana subperennifolia y en una brecha existente.

Realizamos el análisis de las especificaciones de ambos instrumentos normativos de protección al manglar, considerando que la vegetación de manglar más cercana del sistema ambiental se ubica a una distancia de 105.0 m del predio, ésta se encuentra enfrente, atravesando la Carretera Costera Norte. Asimismo, el predio se ubica a una distancia de 215.0 m del manglar que se desarrolla al interior del Plan Maestro Cozumel Country Club y que corresponde a los manglares denominados UGA A2a del POEL de Cozumel.

Hidrología del sistema ambiental y área de estudio

Las características geológicas de la Isla de Cozumel, estructurada por rocas calizas de alta permeabilidad, limita la formación de corrientes superficiales, ya que el agua de lluvia que se precipita se infiltra rápidamente al manto freático. El grado de escurrimiento superficial es casi nulo, sin embargo, existen lagunas costeras localizadas en el extremo sur y norte de Cozumel, mismas que se encuentran fuera del polígono del ANP (Lesser, et al., 1978, Franquesa, et al., 2007).

En Cozumel, casi la totalidad del subsuelo forma parte del acuífero subterráneo, que está formado por una gran lente de agua dulce que flota por su menor densidad sobre una de agua salada, por lo que la mayor parte de la isla es considerada como un acuífero del tipo libre de aguas freáticas (Lesser, 1978; CAPA, 2002, citados por Franquesa, et al., 2007).

La conservación de este acuífero es de suma importancia, ya que representa el único sustento de agua dulce para la población de Cozumel y para la comunidad biótica que habita en la isla.

La parte de mayor recarga y grosor del acuífero es la zona centro de la Isla, en donde se ubica la Reserva Estatal de selvas y humedales de Cozumel.

El agua que se infiltra fluye hacia la costa a través del subsuelo de manera radial hasta llegar al mar. Este acuífero nutre de agua a las zonas inundables y las lagunas costeras presentes en Cozumel, agua que posteriormente termina por mezclarse con la influencia marina (Franquesa, et al., 2007).

La interface salina se encuentra entre los 15 y 23 m en su parte central, pero el grosor de la lente de agua dulce disminuye hacia la costa hasta alcanzar un valor de 0 m, debido a esto los pozos para el aprovechamiento de agua se localiza en la parte central de la isla dentro del polígono del ANP selvas y humedales de Cozumel, lo que hace evidente la importancia de realizar un aprovechamiento sustentable del acuífero, pues de lo contrario podría provocar un incremento de la salinidad del subsuelo que afectaría severamente a la vegetación que reside en la Reserva (Franquesa et al., 2007).

Un estudio realizado para conocer la calidad del agua subterránea de los pozos ubicados en la zona de mayor uso de agua dulce en Cozumel, señaló que la zona centro-norte es un área importante con buena calidad de agua dulce por la baja conductividad eléctrica y cloruros que presentó. Además, corroboró que el comportamiento de algunas variables fisicoquímicas del acuífero, dependen de los cambios estacionales (Coronado-Álvarez, et al., 2011).

La construcción de las obras que se proponen no implicará la remoción, relleno, trasplante, poda ni cualquier otra actividad en el área de manglar, que afecte la integralidad del flujo hidrológico, del ecosistema o de su área de influencia, así como en los procesos naturales de productividad, hábitat para la fauna e interacciones con los ecosistemas adyacentes.

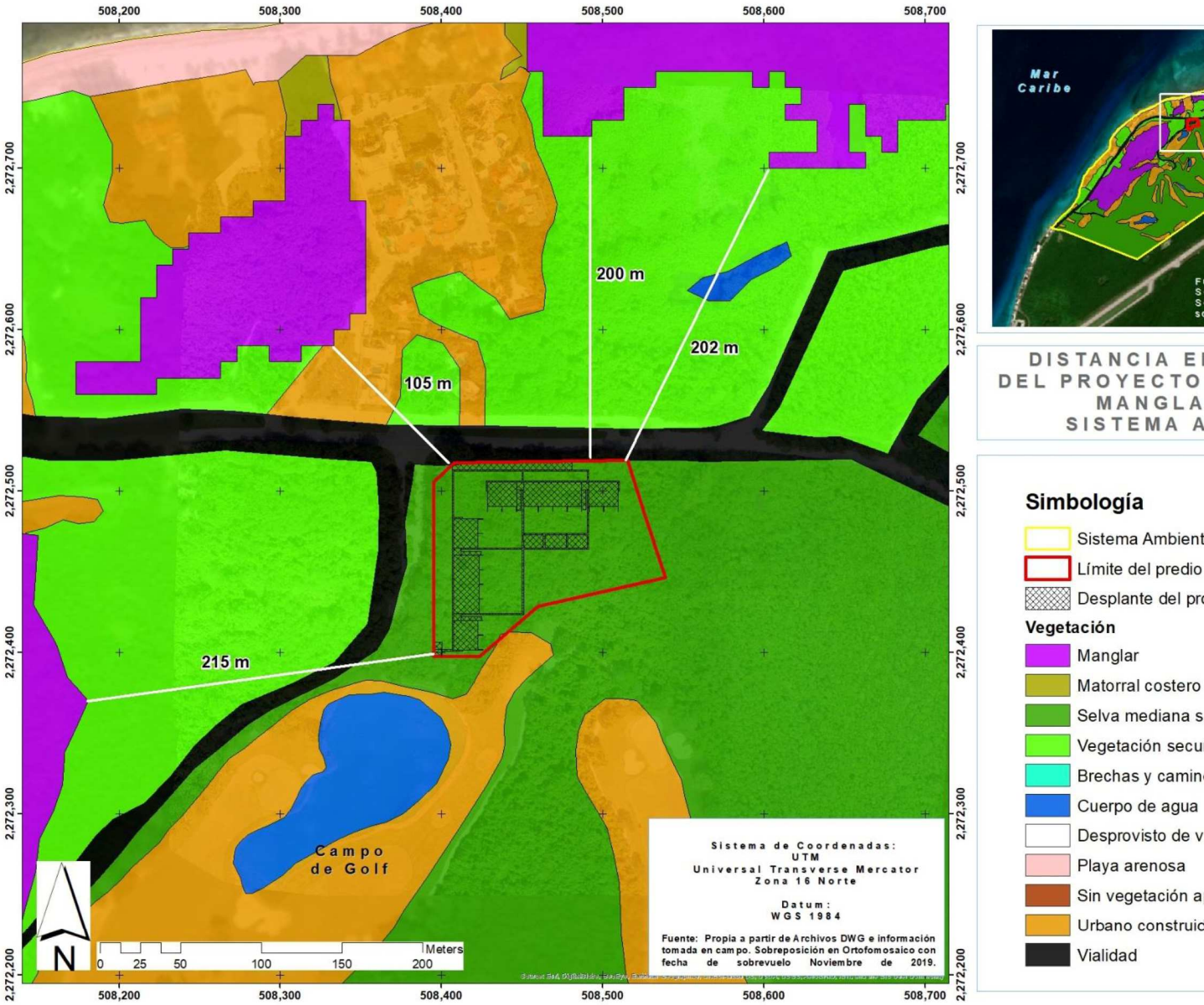


Figura 6. Distancia entre el predio y la vegetación de manglar del Sistema Ambiental.

Lo anterior está justificado toda vez que las obras se desplantarán sobre vegetación de selva mediana subperennifolia y una brecha existente, además que las áreas que serán intervenidas serán delimitadas con tapial y no se realizarán actividades que impliquen el daño directo o indirecto a la vegetación de manglar.

De las obras del proyecto, la más cercana a la vegetación de manglar corresponde al estacionamiento, que se ubica a una distancia de 105.0 m. El edificio norte del Condominio se ubica a una distancia de 214.0 m de la vegetación de manglar, los andadores peatonales se encuentran a 113.0 m y 302.0 m los más alejados.

Con relación a las obras con respecto al manglar, es importante señalar que:

- Durante las actividades de construcción de las obras se colocará un tapial para evitar que el polvo se disperse hacia las áreas con vegetación.

- Los edificios del Condominio se construirán con zapatas, sin embargo, la cimentación se realizará conforme a los resultados que arroje el estudio de mecánica de suelos.

- Las cisternas y biodigestores se colocarán en el área de instalaciones de los edificios, para ello se realizará la nivelación del terreno a nivel de calle y se realizarán las excavaciones en la plataforma de desplante. Para su instalación se requiere excavar a una profundidad máxima de 2.60 m y la plataforma de desplante quedará a 0.50 m sobre el nivel del suelo natural, sin embargo, sólo se requiere excavar 1.00 m bajo el nivel del suelo, ya que las cisternas y biodigestores serán semienterradas. Cabe aclarar que el manto freático se ubica a una distancia entre los 3.75 y 5.85 m, por lo que no se alcanzará este.

- En el caso de las albercas, éstas tendrán una profundidad de 1.50 m y la plataforma de desplante quedará a 0.50 m sobre el nivel del suelo natural, por tanto sólo se requiere excavar 1.00 m bajo el nivel del suelo, sin llegar al manto freático.

- Se realizará un manejo adecuado de los residuos que se generen para evitar cualquier descarga o dispersión de estos que puedan producir contaminación al suelo o al agua.

En cuanto a las medidas de mitigación para la protección de los procesos del manglar y la integralidad de dicho ecosistema, se indican las siguientes:

- Las obras que se proponen no se desplantarán sobre vegetación de manglar, solo se aprovechará vegetación de selva mediana subperennifolia y una brecha existente.

- El proyecto no incluye obras que interactúen de manera directa o indirecta con el manglar ubicado frente al predio, a un costado de la carretera; ni con el que se encuentra en el campo de golf.

- La construcción de los edificios no alterará el flujo subterráneo del agua, dado que serán desplantados sobre zapatas, sobre el nivel del suelo natural, sin embargo, la cimentación final será definida conforme a los resultados del estudio de mecánica de suelos.

- El agua que se infiltra fluye hacia la costa a través del subsuelo de manera radial hasta llegar al mar, y existe un flujo paralelo a la costa el cual no se verá afectado considerando todas las recomendaciones técnicas que se integren del estudio de mecánica de suelos que se realice previo al inicio de la construcción de las obras.

- En el proyecto no se prevé modificar el flujo superficial del agua en las superficies que queden como áreas de conservación, dado que en estas se continuará realizando la infiltración del agua hacia el manto freático.

- Las obras de los andadores peatonales y el estacionamiento serán construidas a base de materiales permeables, lo que permitirá la infiltración del agua.

- Se considera una superficie de 9,363.91 m^2 (73.59 %) como área permeable, que incluye las áreas de conservación y reforestadas (8,449.33 m^2), la superficie que ocuparán los andadores peatonales (549.29 m^2), que serán hechos a base de arena compactada; y del estacionamiento (365.29 m^2), que será hecho a base de hidrocreto.

- En el proyecto se mantendrá la vegetación natural en las áreas destinadas para conservación, manteniendo con ello la conectividad de los ecosistemas.

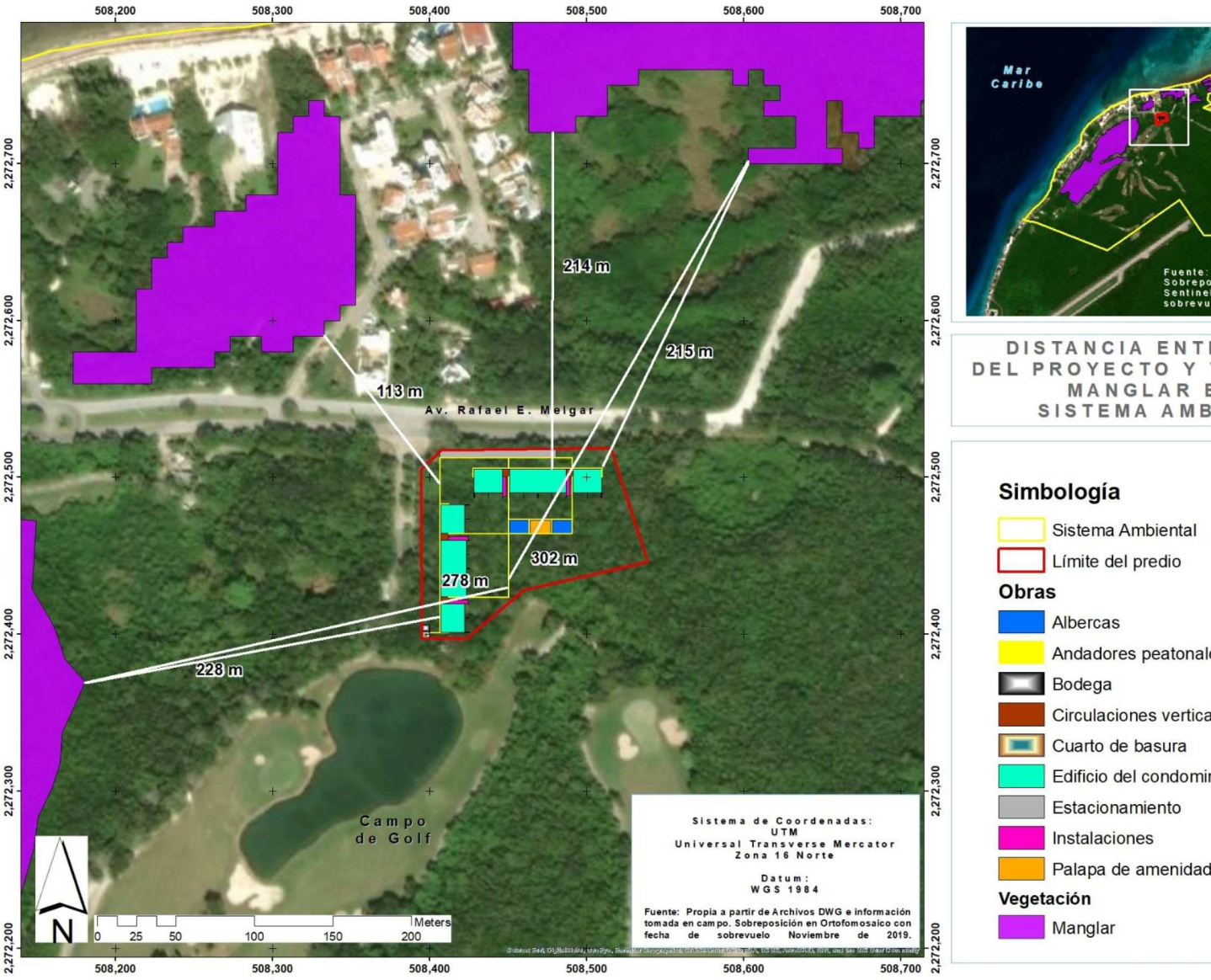


Figura 7. Distancia entre las obras y la vegetación de manglar del Sistema Ambiental.

Descripción de la vegetación de manglar cercana a la Carretera Costera Norte y la ubicada al interior del Plan Maestro.

De acuerdo con la fotointerpretación de la vegetación del Sistema Ambiental del proyecto, frente al predio, atravesando la Carretera Costera Norte y después de una franja de vegetación secundaria se registró vegetación de manglar, la cual se distribuye en parches aislados hasta que se llega a la punta norte donde es continuo.

La comunidad de manglar de Punta Norte presenta alturas arbóreas de 5 a 10 m y un promedio de 6 m. Los suelos de estas comunidades tienen un gran contenido en materia orgánica y las especies dominantes encontradas son las cuatro especies típicas de la región: Mangle rojo (*Rhizophora mangle*), Mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), Mangle botoncillo (*Conocarpus erecta*) y Mangle negro (Avicennia germinans). A éstas las acompañan *Rhabdadenia biflora*, *Batis maritima* y ocasionalmente *Manilkara zapota* y *Annona glabra*; ya que toleran las condiciones de salinidad y grado de inundación variables. También podemos encontrar en el manglar algunas epífitas y trepadoras como *Brassavola nodosa*, *Selenicereus testud*o, *Schomburgkia tibicinis*, *Aechmea bracteata* y *Echites yucatanenses* (Téllez, 1989). También se encuentran asociadas al manglar o limítrofes a este: *Bursera simaruba*, *Metopium brownei*, *Hampea trilobata*, *Cordia sebestena*, el helecho *Acrostichum aureum* y varias gramíneas y ciperáceas (Flores, 1992).

En la Isla de Cozumel este tipo de vegetación es sumamente importante para la conservación del mapache endémico (*Procyon pygmaeus*) dado que diversos estudios (Cuarón *et al*., 2004; MacFadden, 2004; García Vasco, 2005; Copa-Álvaro, datos no publicados) han encontrado que en estos sitios la población de esta especie, aunque pequeña, es estable y existen evidencias de reproducción. Del mismo modo, estos humedales sirven de refugio para diversas especies de aves tanto residentes como migratorias.

Herrera-Silveira (2008) observó que la estructura, el tipo y la condición de los manglares responden de forma específica a las condiciones hidrológicas (principalmente del hidroperiodo y salinidad intersticial), los sedimentos (principalmente nutrientes en específico el norte), los efectos de los huracanes y las variaciones de la precipitación.

El sistema de humedales está estrechamente ligado al flujo de aguas subterráneas. El agua infiltrada en el subsuelo en los hábitats selváticos en el interior de la isla, termina por desembocar en la zona de humedales y finalmente esta agua se mezcla con la del mar influyendo en los hábitats arrecifales que se encuentran frente a la costa.

Figura 8. Vista del humedal con manglar ubicado en el Plan Maestro Cozumel Country Club.

A continuación, se realiza el análisis de como dará cumplimiento el proyecto a lo establecido en los instrumentos normativos que regulan la protección de los manglares:

El artículo 60 TER de la Ley General de Vida Silvestre y la NOM-022-SEMARNAT-2003 son instrumentos jurídicos aplicables al proyecto dado que en su sistema ambiental se ubican áreas de manglar. De ahí que se vinculan a la par dado que sus especificaciones de protección a este ecosistema son equivalentes:

- Artículo 60 Ter de la de la Ley General de Vida Silvestre

En relación con la vinculación del proyecto con el Artículo 60 TER de la Ley General de Vida Silvestre, que a la letra dice:

"Queda prohibida la remoción, relleno, transplante, 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.

Se exceptuarán de la prohibición a que se refiere el párrafo anterior las obras o actividades que tengan por objeto proteger, restaurar, investigar o conservar las áreas de manglar."

- ❖ NOM-022-SEMARNAT-2003(publicada en el DOF el 10 de abril de 2003) *que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de* manglar, y Acuerdo mediante el cual se adiciona la especificación 4.43 a la NOM-022-SEMARNAT-2003 (publicado el 7 de mayo de 2004 en el DOF).

Esta norma consta de una serie de especificaciones (4.0 a la 4.43), en las cuales se dictan los criterios de uso y conservación de los **humedales en zonas de manglar**, resumiendo en la especificación 4.0 los aspectos más importantes a considerar para su aprovechamiento y conservación, y los cuales coinciden con los requeridos por el Artículo 60 TER de la LGVS.

De tal forma que ambos instrumentos, el primero a nivel de Ley vigente, y el segundo a nivel de Norma Oficial, presentan concordancia en las especificaciones que regulan la preservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales con manglar, y que las solicitudes de autorización en materia de impacto ambiental tendrían que justificar para su desarrollo.

Cuadro 14. Comparativo de las principales directrices del Art. 60 TER de la LGVS y el numeral 4.0 de la NOM-022-SEMARNAT.

Criterios del Artículo 60 TER de la LGVS		**Criterios de la especificación 4.0 de la NOM-022-SEMARNAT-2003**
1	Queda prohibida la remoción, relleno, trasplante, poda, o cualquier obra o actividad que afecten:	El manglar deberá preservarse como comunidad vegetal. En la evaluación de las solicitudes en materia de cambio de uso de suelo, autorización de aprovechamiento de la vida silvestre e impacto ambiental se deberá garantizar en todos los casos la integralidad del mismo, para ello se contemplarán los siguientes puntos:
2	la integralidad del flujo hidrológico del manglar;	La integridad del flujo hidrológico del humedal costero;
3	del ecosistema y su zona de influencia;	La integridad del ecosistema y su zona de influencia en la plataforma continental;
4	de su productividad natural;	Su productividad natural;
5	de la capacidad de carga natural del ecosistema para los proyectos turísticos;	La capacidad de carga natural del ecosistema para turistas;
6	de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje;	Integridad de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje;
7	o bien de las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los corales,	La integridad de las interacciones funcionales entre los humedales costeros, los ríos (de superficie y subterráneos), la

Criterios del Artículo 60 TER de la LGVS		Criterios de la especificación 4.0 de la NOM-022-SEMARNAT-2003
		duna, la zona marina adyacente y los corales;
8	o que provoque cambios en las características y servicios ecológicos.	Cambio de las características ecológicas;
		Servicios ecológicos;
		Ecológicos y eco fisiológicos (estructurales del ecosistema como el agotamiento de los procesos primarios, estrés fisiológico, toxicidad, altos índices de migración y mortalidad, así como la reducción de las poblaciones principalmente de aquellas especies en status, entre otros).

Teniendo en consideración la equivalencia de criterios, se considera que al analizar técnicamente el numeral 4.0 NOM-022-SEMARNAT-2003, se cumple también con el análisis de los siete supuestos del Artículo 60 TER de la LGVS, vinculando de esta manera, al proyecto con dicho término.

De ahí que a continuación solamente se describe el cumplimiento del proyecto con los numerales 4.0 a 4.43 de dicha norma en el siguiente cuadro.

Cuadro 15. Especificaciones 4.0 a 4.43 de la NOM-022-SEMARNAT-2003.

Especificaciones	Acciones del proyecto
4.0 El manglar deberá preservarse como comunidad vegetal. En la evaluación de las solicitudes en materia de cambio de uso de suelo, autorizaciones de aprovechamiento de la vida silvestres e impacto ambiental se deberá garantizar en todos los casos la integralidad del mismo, para ello se contemplan los siguientes puntos: - La integralidad de flujo hidrológico del humedal costero; - La integridad del ecosistema y su zona de influencia en la plataforma continental; - Su productividad natural; - La capacidad de carga natural del ecosistema para turistas; - Integridad de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje; - La integridad de las interacciones funcionales entre los humedales costeros, los ríos (de superficie y subterráneos), la duna , la zona marina adyacente y los corales; - Cambio de las características ecológicas; - Servicios ecológicos; - Ecológicos y eco fisiológicos (estructurales del ecosistema como el agotamiento de los procesos primarios, estrés fisiológico, toxicidad, altos índices de migración y mortalidad, así como la reducción de las poblaciones principalmente de aquellas especies en status, entre otros).	La vegetación de manglar más cercana del s ubica a una distancia de 105.0 m del predio enfrente, atravesando la Carretera Costera No parches separados. La comunidad de manglar de Punta Norte pres de 5 a 10 m y un promedio de 6 m. Los suelos d tienen un gran contenido en materia orgá dominantes encontradas son las cuatro esp región: Mangle rojo (*Rhizophora mangl* (*Laguncularia racemosa*), Mangle botoncillo (*C* Mangle negro (*Avicennia germinans*). A és *Rhabdadenia biflora*, *Batis maritima* y ocasio *zapota* y *Annona glabra*; ya que toleran las con y grado de inundación variables. Asimismo, el predio se ubica a una distancia de que se desarrolla al interior del Plan Maestro C y que quedaron incorporados dentro de la UC Cozumel. Este corresponde a manglar de cuenca *Conocarpus erectus*, *Rhizophora mangle* y *Lag* el cual ha sido conservado en buen estado dese el proyecto desde el año 1999, por lo qu operación de las obras que se han desarrollado afectado a este ecosistema. De las obras del proyecto, la más cercana manglar corresponde al estacionamiento, q distancia de 105.0 m. El edificio norte del Co una distancia de 214.0 m de la vegetaci andadores peatonales se encuentran a 113.0 alejados.

Especificaciones	Acciones del proyecto
	La construcción y operación de las obras prop integralidad del flujo hidrológico del humedal c • El flujo de agua subterráneo es radial e hacia la costa, el cual no se verá af todas las recomendaciones técnicas estudio de mecánica de suelos que se de la construcción de las obras. • En el proyecto no se prevé modificar agua en las superficies que queda conservación, dado que en estas se co infiltración del agua hacia el manto freá • Las obras de los andadores peatonales serán construidos a base de materiale permitirá la infiltración del agua. • La construcción de los edificios n subterráneo del agua, dado que serán zapatas, sobre el nivel del suelo natu cimentación final será determinada resultados que arroje el estudio de mec • Las obras no techadas se realizarán s sin llegar al manto freático, por lo que subterráneo del agua. • El proyecto no incluye obras que int directa o indirecta con el manglar que Carretera Costera Norte, ni con el qu campo de golf del Plan Maestro. Al mantener el flujo hidrológico superficial y s el proyecto no estaría interfiriendo en el ap

Especificaciones	Acciones del proyecto
	selvas hacia el manglar, y por tanto no alterarí este ecosistema. De igual forma se mantendr funcionales entre ecosistemas, sus caracter servicios ambientales. Durante la construcción se colocará de forma el perímetro del área de aprovechamiento para sólidos y sedimentos que pudieran disp colindancias y por acción del viento pudiera indirecta al humedal. Asimismo, se mantendrá la integridad de sus reproducción, refugio, alimentación y alevinaje El proyecto al considerar las medidas de mitig marca el POEL del Municipio de Cozum protegiendo los procesos que se dan en e integralidad del ecosistema de manglar que Carretera Costera Norte y el que se encuentra del Plan Maestro. A continuación, se enlistan l - No se depositarán materiales de const con vegetación natural, sino que se ma de acopio definido especialmente pa superficie de aprovechamiento. - Se colocará la malla con cubierta plásti - Se vigilará que los trabajadores se ma de aprovechamiento y que realice fisiológicas en los sanitarios de obra. - Se dispondrán los residuos sólidos contenedores con tapa. Los residuos s cada jornada laboral para evitar su disp - Los materiales pétreos serán transporta de lona para evitar la dispersión de pa depositación en la vegetación y el suel la dispersión de sedimentos al manglar

Especificaciones	Acciones del proyecto
	- Los residuos peligrosos que se lle dispondrán a través de una empresa manejo.
4.1 Toda obra de canalización, interrupción de flujo o desvío de agua que ponga en riesgo la dinámica e integridad ecológica de los humedales costeros, quedará prohibida, excepto en los casos en los que las obras descritas sean diseñadas para restaurar la circulación y así promover la regeneración del humedal costero.	El proyecto no plantea desarrollar ningún ti vegetación de manglar que se ubica e atravesando la carretera, ni en el manglar ubica Maestro. Las obras planteadas, no ocasionará de agua ni modificación de los escurrimi pudieran poner en riesgo la dinámica e inte manglar.
4.2 Construcción de canales que, en su caso, deberán asegurar la reposición del mangle afectado y programas de monitoreo para asegurar el éxito de la restauración.	Las obras y actividades que se proponen construcción de canales ni bordos que gane hidrológica.
4.3 Los promoventes de un proyecto que requieran de la existencia de canales, deberán hacer una prospección con la intención de detectar los canales ya existentes que puedan ser aprovechados a fin de evitar la fragmentación del ecosistema, intrusión salina, asolvamiento y modificación del balance hidrológico.	
4.4 El establecimiento de infraestructura marina fija (diques, rompeolas, muelles, marinas y bordos) o cualquier otra obra que gane terreno a la unidad hidrológica en zonas de manglar queda prohibida excepto cuando tenga por objeto el mantenimiento o restauración de ésta.	
4.5 Cualquier bordo colindante con el manglar deberá evitar bloquear el flujo natural del agua hacia el humedal costero.	Las obras del proyecto no bloquearán el flu humedal, ya que las obras que considera constructivo basado en el estudio de mecán forma que no se afecte el flujo superficial y sub De las obras del proyecto, la más cercana manglar ubicada frente al predio corresponde que se ubica a una distancia de 105.0 m. Condominio se ubica a una distancia de 214. de manglar, los andadores peatonales se enc 302.0 m los más alejados.

Especificaciones	Acciones del proyecto
	El edificio oeste del Condominio y los anda ubican a una distancia de 228.0 m y 278.0 m manglar que se desarrolla al interior del Pla Country Club. Sin embargo, estas no bloquearán el fluj superficial ni subterráneo hacia el humedal cos se ubica enfrente del predio, ni del que se en del Plan Maestro. Los edificios se construirán a base de zapatas de agua subterráneo, ya que se cimentarán so natural. No obstante, la cimentación final s acuerdo al estudio de mecánica de suelos qu manera preliminar en el sitio de desplante, estabilidad y evitar la afectación del flujo subte El flujo superficial del agua cambiará en el área obras, sin embargo, se seguirá infiltrando hac áreas de conservación. De tal forma que el es seguirá dando debido a la condición microto zonas altas de selva hacia las zonas bajas qu zonas inundables con manglar, las cuales predio. Es importante señalar que el agua de los h salobre y recibe aportes de agua dulce de orige por la intrusión marina desde el mar.
4.6 Se debe evitar la degradación de los humedales costeros por contaminación y asolvamiento.	Durante la construcción de las obras se implem suficientes para el manejo de residuos sólidos peligrosos y líquidos, y así prevenir eventos de Asimismo, se colocará un tapial que del aprovechamiento para evitar la dispersión de áreas de conservación aledañas. No se prevé

Especificaciones	Acciones del proyecto
	asolvamiento de las zonas inundables con mar aplicarán las medidas necesarias para evitar a que ya fueron descritas en el numeral 4.0. De acuerdo con lo anterior, se evitarán event hacia el subsuelo que pudiera repercutir de m estado de los humedales.
4.7 La persona física o moral que utilice o vierta agua proveniente de la cuenca que alimenta a los humedales costeros, deberá restituirla al cuerpo de agua y asegurarse de que el volumen, pH, salinidad, oxígeno disuelto, temperatura y la calidad del agua que llega al humedal costero garanticen la viabilidad del mismo.	En las obras que se proponen no se contempla del o hacia los humedales. El agua necesaria para la construcción pro servicio público. Para la etapa operativa del p suministrada a través de pipas y almacenada con la que cuenta el Plan Maestro. El agua ser cisterna general por medio de la tubería insta servicios de las vialidades generales hasta e distribuirá por una red interna a las cisternas d En tanto que, las aguas residuales generadas serán canalizadas por la empresa arrendadora a una planta de tratamiento, y durante la ope se canalizarán hacia los biodigestores co instalarán. De esta manera, al realizar un manejo ade residuales, se garantiza que el agua de los afectada por eventos de contaminación.
4.8 Se deberá prevenir que el vertimiento de agua que contenga contaminantes orgánicos y químicos, sedimentos, carbón, metales pesados, solventes, grasas, aceites combustibles, modifiquen la temperatura del cuerpo de agua; alteren el equilibrio ecológico, dañen el ecosistema o a sus componentes vivos. Las descargas provenientes de granjas acuícolas, centros pecuarios, industrias, centros urbanos, desarrollos turísticos y otras actividades productivas que se vierten a los humedales	Durante la construcción las obras propu sanitarios portátiles para la disposición de a cuales recibirán limpieza cada tercer día por arrendadora. Mientras que, para la operación del proyecto, se contempla utilizar biodigestores para e residuales, en los cuales recibirán tratamiento

Especificaciones	Acciones del proyecto
costeros deberán ser tratadas y cumplir cabalmente con las normas establecidas según el caso.	contempla realizar la conexión al drenaje mu evitarán eventos de contaminación hacia el s repercutir de manera indirecta en el estado de marino.
4.9 El permiso de vertimiento de aguas residuales a la unidad hidrológica debe ser solicitado directamente a la autoridad competente, quien le fijará las condiciones de calidad de la descarga y el monitoreo que deberá realizar.	
4.10 La extracción de agua subterránea por bombeo en áreas colindantes a un manglar debe de garantizar el balance hidrológico en el cuerpo de agua y la vegetación, evitando la intrusión de la cuña salina en el acuífero.	Las actividades que se proponen no implican e áreas colindantes al manglar. El agua requerida para su construcción pro servicio público. Para la etapa operativa del p suministrada a través de pipas y almacenada con la que cuenta el Plan Maestro. El agua ser cisterna general por medio de la tubería insta servicios de las vialidades generales hasta e distribuirá por una red interna a las cisternas d De acuerdo con lo anterior, no se prevé real agua subterránea.
4.11 Se debe evitar la introducción de ejemplares o poblaciones que se puedan tornar perjudiciales, en aquellos casos en donde existan evidencias de que algunas especies estén provocando un daño inminente a los humedales costeros en zona de manglar, la Secretaría evaluará el daño ambiental y dictará las medidas de control correspondientes.	Durante el proceso de construcción y operació proponen, se vigilará que no se introduzcan es se tornen perjudiciales. El proyecto contará con áreas de conserva natural. También se contempla reforestar la bre será utilizada para el proyecto con especi mediana subperennifolia provenientes del re que se realice en el predio.
4.12. Se deberá considerar en los estudios de impacto ambiental, así como en los ordenamientos ecológicos el balance entre el aporte hídrico proveniente de la cuenca continental y el de las mareas, mismas que determinan la mezcla de aguas dulce y salada recreando las condiciones estuarinas, determinantes en los humedales costeros y las comunidades vegetales que soportan.	Con las obras que se proponen no se pre balance entre el aporte hídrico del continente y mareas. El aporte hídrico de la cuenca continental no retiro de la selva mediana subperennifolia qu predio del proyecto, ya que las áreas con

Especificaciones	Acciones del proyecto
	mantendrán como zonas de conservación con pluvial hacia el subsuelo, y de ahí su circula viceversa. Se conservarán en su totalidad una superficie c con vegetación original y áreas reforestadas. En cuanto al aporte marino que se da de ma proyecto no lo interrumpirá en virtud de desplantarán a nivel del suelo natural. Sólo se consideran algunas excavaciones para cisternas, biodigestores, y albercas, las cuales freático.
4.13 En caso de que sea necesario trazar una vía de comunicación en tramos cortos de un humedal o sobre un humedal, se deberá garantizar que la vía de comunicación sea trazada sobre pilotes que permitirán el libre flujo hidráulico dentro del ecosistema, así como garantizar el libre paso de la fauna silvestre. Durante el proceso constructivo se utilizarán métodos de construcción en fase (por sobre posición continua de la obra) que no dañen el suelo del humedal, no generen depósito de material de construcción ni genere residuos sólidos en el área.	Entre las obras no se contempla el trazo de v sobre este ecosistema, que se encuentra fuera
4.14 La construcción de vías de comunicación aledañas, colindantes o paralelas al flujo del humedal costero, deberá incluir drenes y alcantarillas que permitan el libre flujo del agua y de luz. Se deberá dejar una franja de protección de 100 m (cien metros) como mínimo la cual se medirá a partir del límite del derecho de vía al límite de la comunidad vegetal, y los taludes recubiertos con vegetación nativa que garanticen su estabilidad.	De las obras del proyecto, la más cercana manglar ubicada frente al predio, es el esta ubica a una distancia de 105.0 m. El edificio m se ubica a una distancia de 214.0 m de la ve los andadores peatonales se encuentran a 11 más alejados (Figura 9). El edificio oeste del Condominio y los anda ubican a una distancia de 228.0 m y 278.0 m manglar que se desarrolla al interior del Pla Country Club.

Especificaciones	Acciones del proyecto
	Sin embargo, estas no bloquearán el fluj superficial ni subterráneo hacia el humedal cos se ubica enfrente del predio, ni del que se en del Plan Maestro. Desde que se inició la construcción del P mantenido el flujo del agua desde el hume manera subterránea, y es bajo este inter preservado. Las obras que se proponen no afectarán este la construcción de las mismas se realizará u embargo, la cimentación final será determinad establezca el estudio de mecánica de suel afectarán el flujo de agua subterránea ya que el nivel de suelo natural y se mantendrá el int mar hacia el continente. Considerando que no se cumple con la dis proyecto se apega a lo que marca el numera norma.

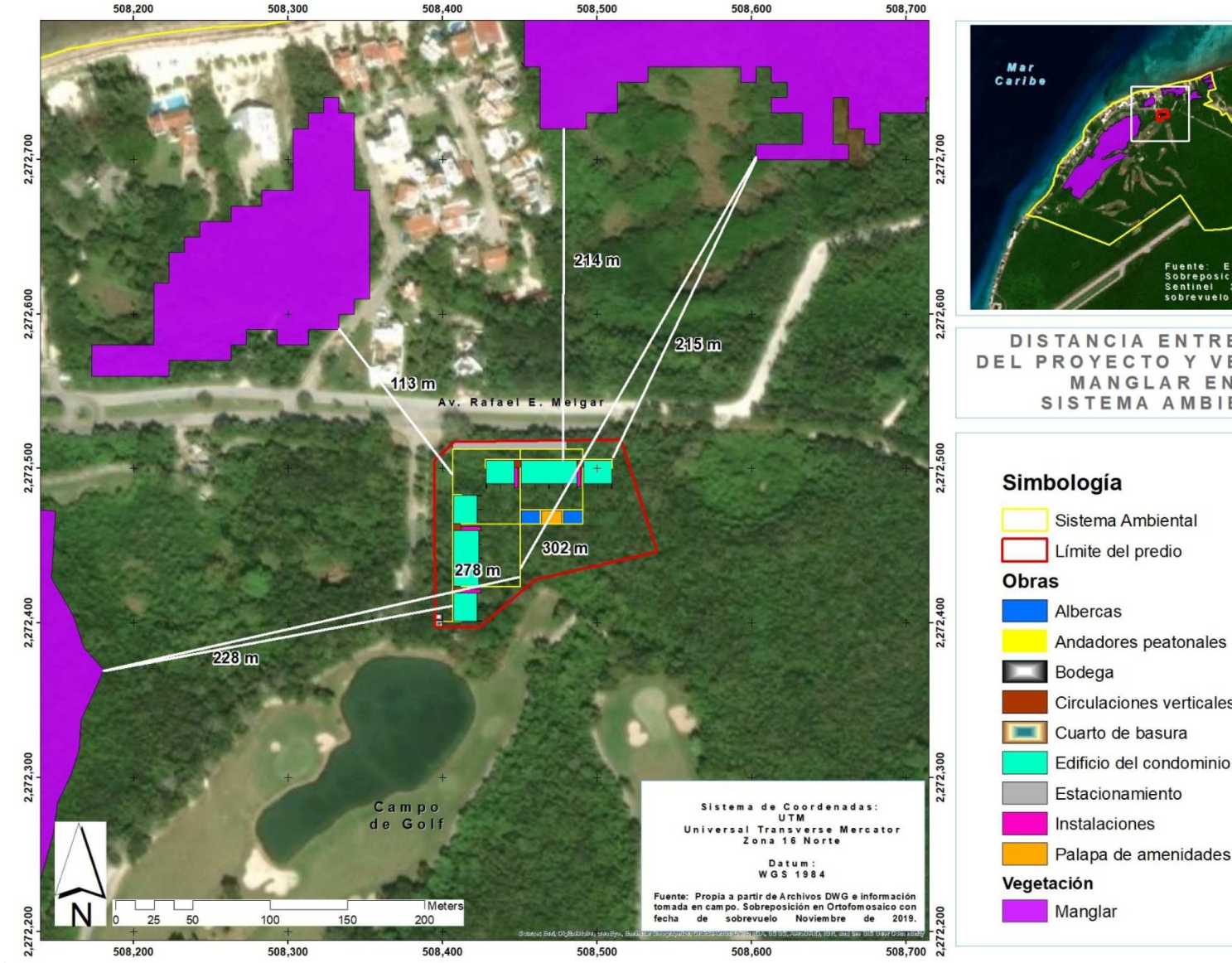


Figura 9. Distancia entre las obras y la vegetación de manglar del Sistema Ambiental.

Especificaciones	Acciones del proye
4.15 Cualquier servicio que utilice postes, ductos, torres y líneas, deberá ser dispuesto sobre el derecho de vía. En caso de no existir alguna vía de comunicación se deberá buscar en lo posible bordear la comunidad de manglar, o en el caso de cruzar el manglar procurar el menor impacto posible.	Toda la instalación eléctrica será s conectada a las instalaciones ya confo
4.16 Las actividades productivas como la agropecuaria, acuícola intensiva o semi-intensiva, infraestructura urbana, o alguna otra que sea aledaña o colindante con la vegetación de un humedal costero, deberá dejar una distancia mínima de 100 m respecto al límite de la vegetación, en la cual no se permitirán actividades productivas o de apoyo.	De las obras del proyecto, el estacionar distancia de 105.0 m de la vegetación frente al predio. El edificio norte del Co una distancia de 214.0 m de la vegeta andadores peatonales se encuentran a los más alejados, por lo que se cumpl 100 m especificada en este nume intervalo. Por lo anterior, el proyecto se apega numeral 4.43 de la presente norma.
4.17 La obtención del material para construcción, se deberá realizar de los bancos de préstamo señalados por la autoridad competente, los cuales estarán ubicados fuera del área que ocupan los manglares y en sitios que no tengan influencia sobre la dinámica ecológica de los ecosistemas que los contienen.	El material de construcción que u provendrá de bancos de material pétreo extracción y comercialización.
4.18 Queda prohibido el relleno, desmonte, quema y desecación de vegetación de humedal costero, para ser transformado en potreros, rellenos sanitarios, asentamientos humanos, bordos, o cualquier otra obra que implique pérdida de vegetación, que no haya sido autorizada por medio de un cambio de utilización de terrenos forestales y especificada en el informe preventivo o, en su caso, el estudio de impacto ambiental.	El proyecto no considera realizar e quema o desecación de la vegetación por lo que no se afectará el manglar obras o actividades.
4.19 Queda prohibida la ubicación de zonas de tiro o disposición del material de dragado dentro del manglar, y en sitios en la unidad hidrológica donde haya el riesgo de obstrucción de los flujos hidrológicos de escurrimiento y mareas.	El proyecto no contempla ninguna de e área de humedal que colinda con el pr

Especificaciones	Acciones del proye
4.20 Queda prohibida la disposición de residuos sólidos en humedales costeros.	Durante todas las etapas los resi dispuestos adecuadamente en conte almacenados temporalmente, para su relleno sanitario y/o serán entreg encargadas de su reciclaje. En la etapa operativa, se contempla un dos cámaras para el acopio temporal de Una de las cámaras, será un cuarto recibir los residuos orgánicos, y la otr cuarto seco con compartimentos para e de residuos inorgánicos no reciclables De acuerdo con lo anterior, no se dispo el humedal costero ubicado frente al pr ubicado al interior del Plan Maestro.
4.23 En los casos de autorización de canalización, el área de manglar a deforestar deberá ser exclusivamente la aprobada tanto en la resolución de impacto ambiental como en la autorización de cambio de utilización de terrenos forestales. No se permite la desviación o rectificación de canales naturales o de cualquier porción de una unidad hidrológica que contenga o no vegetación de manglar.	El proyecto no contempla realizar obra colocar infraestructura turística en las a
4.28 La infraestructura turística ubicada dentro de un humedal costero debe ser de bajo impacto, con materiales locales, de preferencia en palafitos que no alteren el flujo superficial del agua, cuya conexión sea a través de veredas flotantes, en áreas lejanas de sitios de anidación y percha de aves acuáticas, y requiere de zonificación, monitoreo y el informe preventivo.	
4.29 Las actividades de turismo náutico en los humedales costeros en zonas de manglar deben llevarse a acabo de tal forma que se evite cualquier daño al entorno ecológico, así como a las especies de fauna silvestre que en ellos se encuentran. Para ello, se establecerán zonas de embarque y desembarque, áreas específicas de restricción y áreas donde se reporte la presencia de especies en riesgo.	El proyecto no contempla actividades d la zona de manglar.

Especificaciones	Acciones del proye
4.30 En áreas restringidas los motores fuera de borda deberán ser operados con precaución, navegando a velocidades bajas (no mayor de 8 nudos), y evitando zonas donde haya especies en riesgo como el manatí.	
4.31 El turismo educativo, ecoturismo y observación de aves en el humedal costero deberán llevarse a cabo a través de veredas flotantes, evitando la compactación del sustrato y el potencial de riesgo de disturbio a zonas de anidación de aves, tortugas y otras especies.	El proyecto no contempla estas humedales costeros.
4.32 Deberá de evitarse la fragmentación del humedal costero mediante la reducción del número de caminos de acceso a la playa en centros turísticos y otros. Un humedal costero menor a 5 km de longitud del eje mayor, deberá tener un solo acceso a la playa y éste deberá ser ubicado en su periferia. Los accesos que crucen humedales costeros mayores a 5 km de longitud con respecto al eje mayor, deben estar ubicados como mínimo a una distancia de 30 km uno de otro.	El proyecto no contempla ning fragmentación por construcción de cam humedal.
4.33 La construcción de canales deberá garantizar que no se fragmentará el ecosistema y que los canales permitirán su continuidad, se dará preferencia a las obras o el desarrollo de infraestructura que tienda a reducir el número de canales en los manglares.	El proyecto no contempla la construcci humedales.
4.34 Se debe evitar la compactación del sedimento en marismas y humedales costeros como resultado del paso de ganado, personas, vehículos y otros factores antropogénicos.	El proyecto no prevé actividades ni obr por lo que no habrá compactación del s
4.35 Se dará preferencia a las obras y actividades que tiendan a restaurar, proteger o conservar las áreas de manglar ubicadas en las orillas e interiores de las bahías, estuarios, lagunas costeras y otros cuerpos de agua que sirvan como corredores biológicos y que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre.	El proyecto implementará las medidas r de residuos y de protección a la flora afectaciones indirectas hacia los hume

Especificaciones	Acciones del proye
4.36 Se deberán restaurar, proteger o conservar las áreas de manglar ubicadas en las orillas e interiores de las bahías, estuarios, lagunas costeras y otros cuerpos de agua que sirvan como corredores biológicos y que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre, de acuerdo a como se determinen en el Informe Preventivo.	
4.37 Se deberá favorecer y propiciar la regeneración natural de la unidad hidrológica, comunidad vegetales y animales mediante el restablecimiento de la dinámica hidrológica y flujos hídricos continentales (ríos de superficie y subterráneos, arroyos permanentes y temporales, escurrimientos terrestres laminares, aportes del manto freático), la eliminación de vertimientos de aguas residuales y sin tratamiento protegiendo las áreas que presenten potencial para ello.	
4.38 Los programas de restauración de manglares deberán estar fundamentados científica y técnicamente y aprobados en la resolución de impacto ambiental, previa consulta a un grupo colegiado. Dicho proyecto deberá contar con un protocolo que sirva de línea de base para determinar las acciones a realizar.	El proyecto no contempla restauració costeros ya que estos se encuentran fu
4.39 La restauración de humedales costeros con zonas de manglar deberá utilizar el mayor número de especies nativas dominantes en el área a ser restaurada, tomando en cuenta la estructura y composición de la comunidad vegetal local, los suelos, hidrología y las condiciones del ecosistema donde se encuentre.	El humedal con manglar que se encue se desarrolla junto a una zona con ve sin embargo, se encuentra en buen est
4.40 Queda estrictamente prohibido introducir especies exóticas para las actividades de restauración de los humedales costeros.	El humedal ubicado al interior del Pla Country Club se encuentra en buen es
4.41 La mayoría de los humedales costeros restaurados y creados requerirán por lo menos de tres a cinco años de monitoreo, con la finalidad de asegurar que el humedal costero alcance la madurez y el desempeño óptimo.	

Especificaciones	Acciones del proye
4.42 Los estudios de impacto ambiental y ordenamiento deberán considerar un estudio integral de la unidad hidrológica donde se ubican los humedales costeros.	El diseño de las obras plantea recomendaciones técnicas establecida flora y fauna del sitio, los cuales se proyecto.
Artículo Único.- Se adiciona la especificación 4.43 a la 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, para quedar como sigue: "4.43 La prohibición de obras y actividades estipuladas en los numerales 4.4 y 4.22 y los límites establecidos en los numerales 4.14 y 4.16 podrán exceptuarse siempre que en el informe preventivo o en la manifestación de impacto ambiental, según sea el caso se establezcan medidas de compensación en beneficio de los humedales y se obtenga la autorización de cambio de uso de suelo correspondiente."	Debido a que el proyecto cumple con establecida con muy corto intervalo, e y 4.16 de la presente norma, se pres medidas de compensación en beneficio Medidas que se llevarán a cabo para e • En el proyecto se mantendrá la v las áreas destinadas p manteniendo con ello la c ecosistemas. • Se realizará un manejo adecu para evitar que estos se dispe de humedal. • Se colocará una malla para d trabajo y evitar que los residuo las áreas de manglar. Humedales de la región: El proyecto participará activamente Municipales, Estatales y Federales, qu a la protección de los humedales regis

2.8. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) son las zonas del territorio nacional que han quedado sujetas al régimen de protección para preservar ambientes naturales, salvaguardar la diversidad genética de las especies silvestres, lograr el aprovechamiento sustentable de los bienes y servicios ambientales brindados por los ecosistemas y mejorar la calidad de vida en los centros de población y sus alrededores. Con base en el listado del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas y decretos Estatales de Quintana Roo, se obtuvo la información respecto a la ubicación del proyecto en relación estas áreas.

El predio de interés no se encuentra en alguna Área Natural Protegida (ANP), y la más cercana está al norte de la isla de Cozumel y corresponde al Área de Protección de Flora y Fauna la porción Norte y la Franja Costera Oriental, terrestres y marinos de la Isla Cozumel, que fue decretada como ANP federal el 25 de septiembre de 2012 (Figura 10a). El día 29 de octubre de 2015 se publicó en el Diario Oficial de la Federación el resumen del Programa de Manejo del ANP, en el que se establecen las subzonas y las políticas de Manejo. El predio se ubica a una distancia de entre 764.0 m y 1.9 Km del ANP.

El día 19 de julio de 1996 fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el decreto por el que se declara Área Natural Protegida, con el carácter de Parque Nacional, la zona conocida como Arrecifes de Cozumel, la cual se ubica al sur de la Isla. El día 2 de octubre de 1998 se publicó el Programa de Manejo del ANP en el Diario Oficial de la Federación. En este se establece una zonificación y subzonificación. De acuerdo con esta el predio se ubica a una distancia de 10.0 km del ANP.

El día 7 de diciembre de 2016 fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el decreto por el que se declara Área Natural Protegida, con el carácter de Reserva de la Biosfera, la región conocida como Caribe Mexicano. El día 30 de noviembre de 2018, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el Acuerdo del Resumen del Plan de Manejo de la Reserva de la Biosfera del Caribe Mexicano. De acuerdo con éste se realizó la subzonificación de las zonas núcleo y de las zonas de amortiguamiento. El predio se encuentra a una distancia de 3.2 km de la Subzona de Aprovechamiento Sustentable Marinos de la Reserva de Biosfera del Caribe Mexicano (Figura 10b).

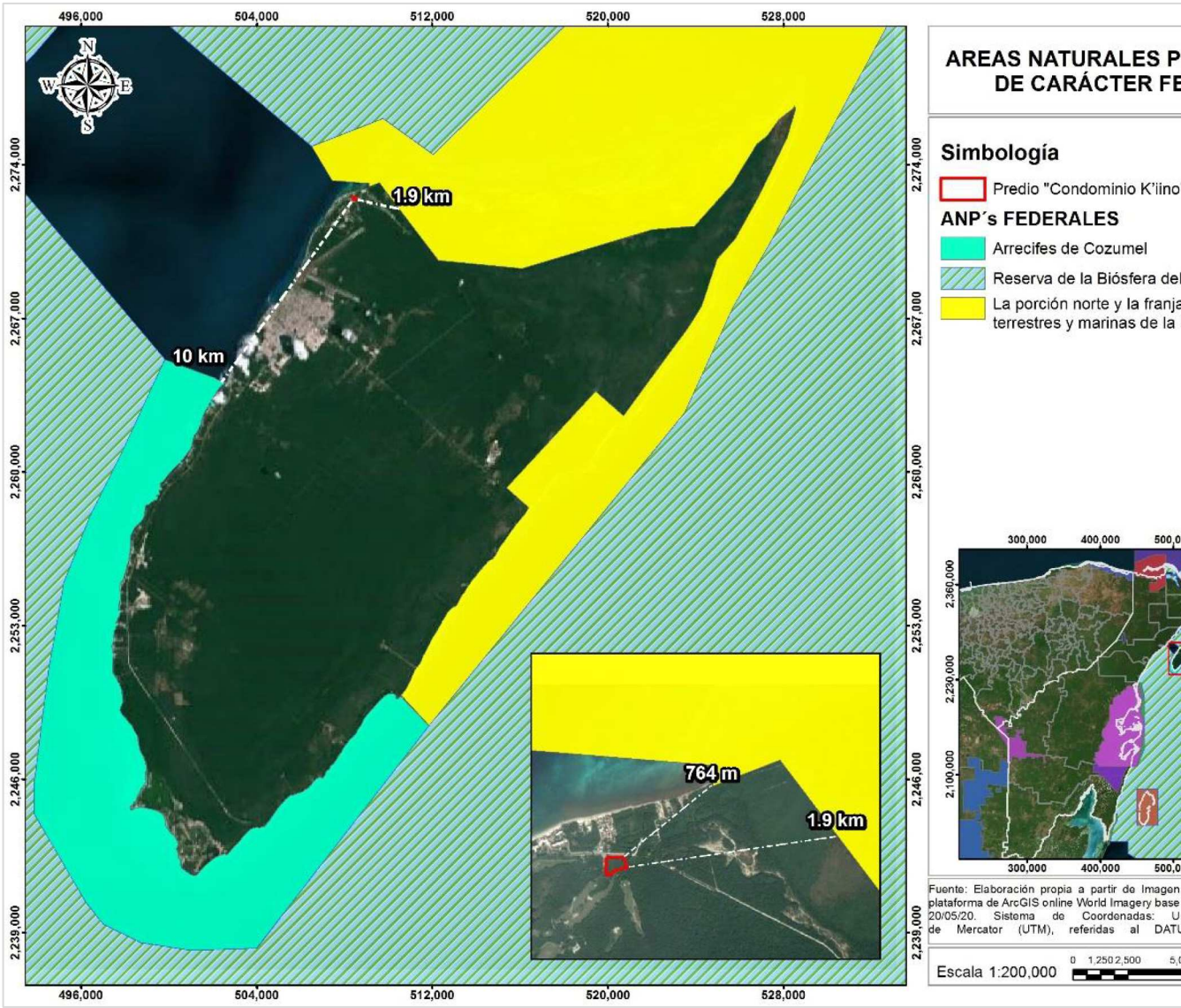


Figura 10a. Se muestra el predio con respecto al Área de Protección de Flora y Fauna la porción Norte y la Fra
terrestres y marinos de la Isla Cozumel y del Parque Marino Nacional Arrecifes de Cozume

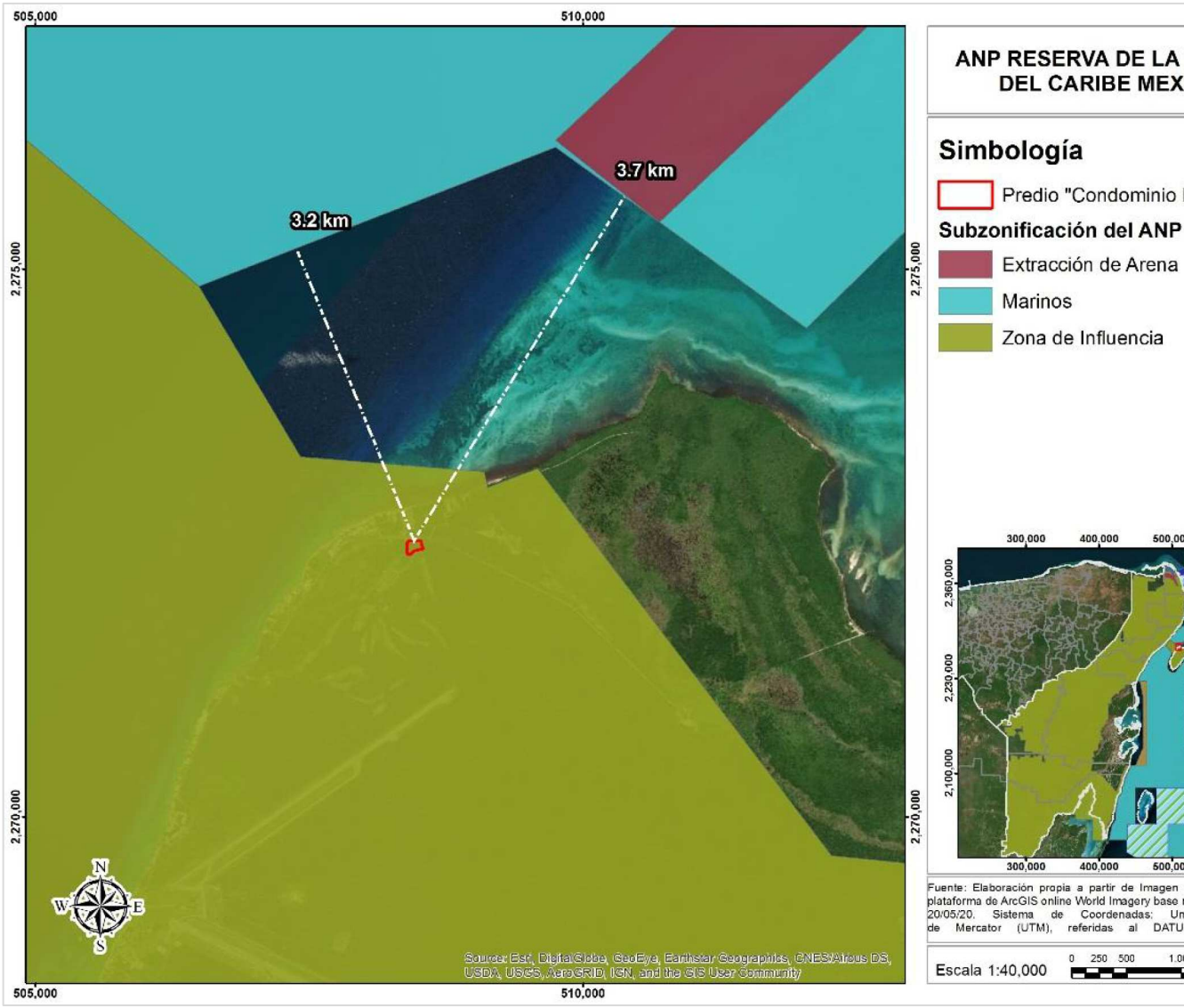


Figura 10b. Se muestra el predio con respecto a la Reserva de la Biosfera del Caribe Mexica

2.9. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS ESTATALES.

Mediante decreto publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo de fecha 1 de abril de 2011 se declaró como Área Natural Protegida con la categoría de Reserva Estatal la Región denominada Selvas y Humedales de Cozumel. El predio de interés se ubica a una distancia de 1.6 km de esta ANP (Figura 11).

Al sur de la Isla de Cozumel se encuentran dos Áreas Naturales Protegidas Estatales como son el Parque Natural Chankanaab y el Parque Ecológico Estatal Laguna Colombia. El 26 de septiembre de 1983 fue decretado como Parque Natural la zona de la "Laguna de Chankanaab", la cual se ubica a una distancia de 13.9 km del predio. Con respecto a la zona conocida como Laguna Colombia, fue decretada como Área Natural Protegida el día 15 de julio de 1996 con categoría de Zona Sujeta a Conservación Ecológica, Refugio Estatal de Flora y Fauna y posteriormente, el día 7 de abril de 2011, fue recategorizada como Parque Ecológico Estatal. Esta ANP se ubica a una distancia de 26.6 km del predio.

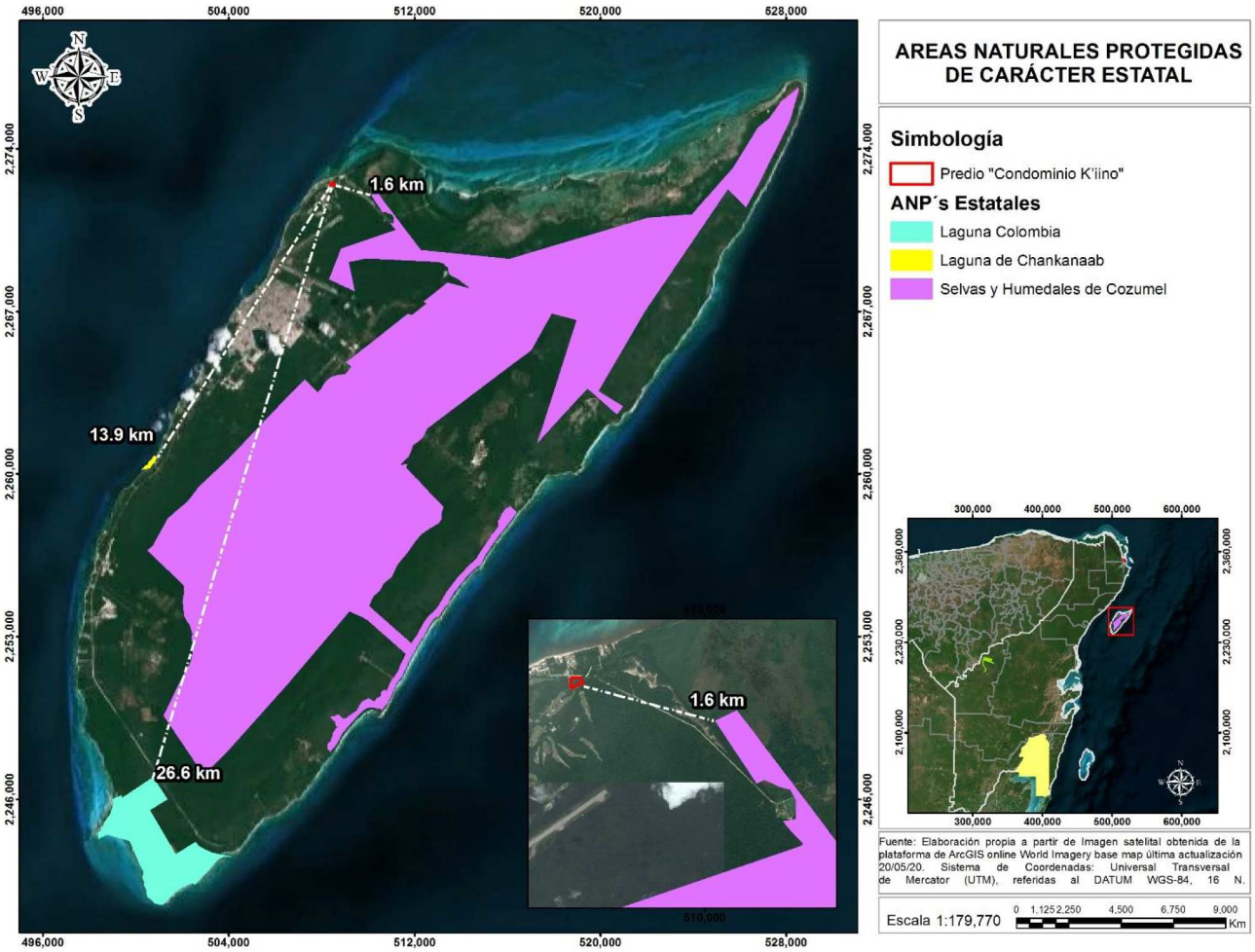


Figura 11. Se muestra la ubicación del predio con respecto a las Áreas Naturales Protegidas de carácter Estatal.

2.10. SITIOS RAMSAR.

La Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional, llamada la Convención de Ramsar, es un tratado intergubernamental que sirve de marco para la acción nacional y la cooperación internacional en pro de la conservación y el uso racional de los humedales y sus recursos. La misión de la Convención es "la conservación y el uso racional de los humedales mediante acciones locales y nacionales y gracias a la cooperación internacional, como contribución al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo" (Official site of the secretariat forthe Convention on Wetlands).

El Convenio de Ramsar, o Convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitats de Aves Acuáticas, fueron firmados en la ciudad de Ramsar, Irán, el 2 de febrero de 1971 y entró en vigor en 1975. En diciembre de 2000 contaba con 123 Partes Contratantes (Estados miembros) en todo el mundo (ProDiversitas).

México se adhiere a la Convención a partir del 4 de noviembre de 1986 al incluir a la Reserva de la Biosfera Ría Lagartos como humedal de importancia internacional. En febrero de 2008, se establecieron 158 partes contratantes, dando un total de 1,720 sitios designados, cubriendo un área de 159 millones de hectáreas. México, por su parte, en 2007 contaba con 112 sitios Ramsar en una superficie de ocho millones de hectáreas (CONANP).

En Quintana Roo existen 12 sitios incorporados (claves 1320, 1323, 1329, 1332, 1343, 1351, 1353, 1360, 1364, 1449, 1777 y 1921). El predio del proyecto se ubica a una distancia mínima de 263.0 m del Sitio Ramsar con No. 1921 que ha sido designado como humedal de importancia internacional y se denomina como Manglares y Humedales del Norte de la Isla de Cozumel. También se ubica a una distancia de 10.16 km del Sitio Ramsar No. 1449 denominado como Parque Nacional Arrecifes de Cozumel. En la siguiente imagen se presenta la ubicación del proyecto con respecto a los Sitios Ramsar 1921 y 1449 (Figura 12).

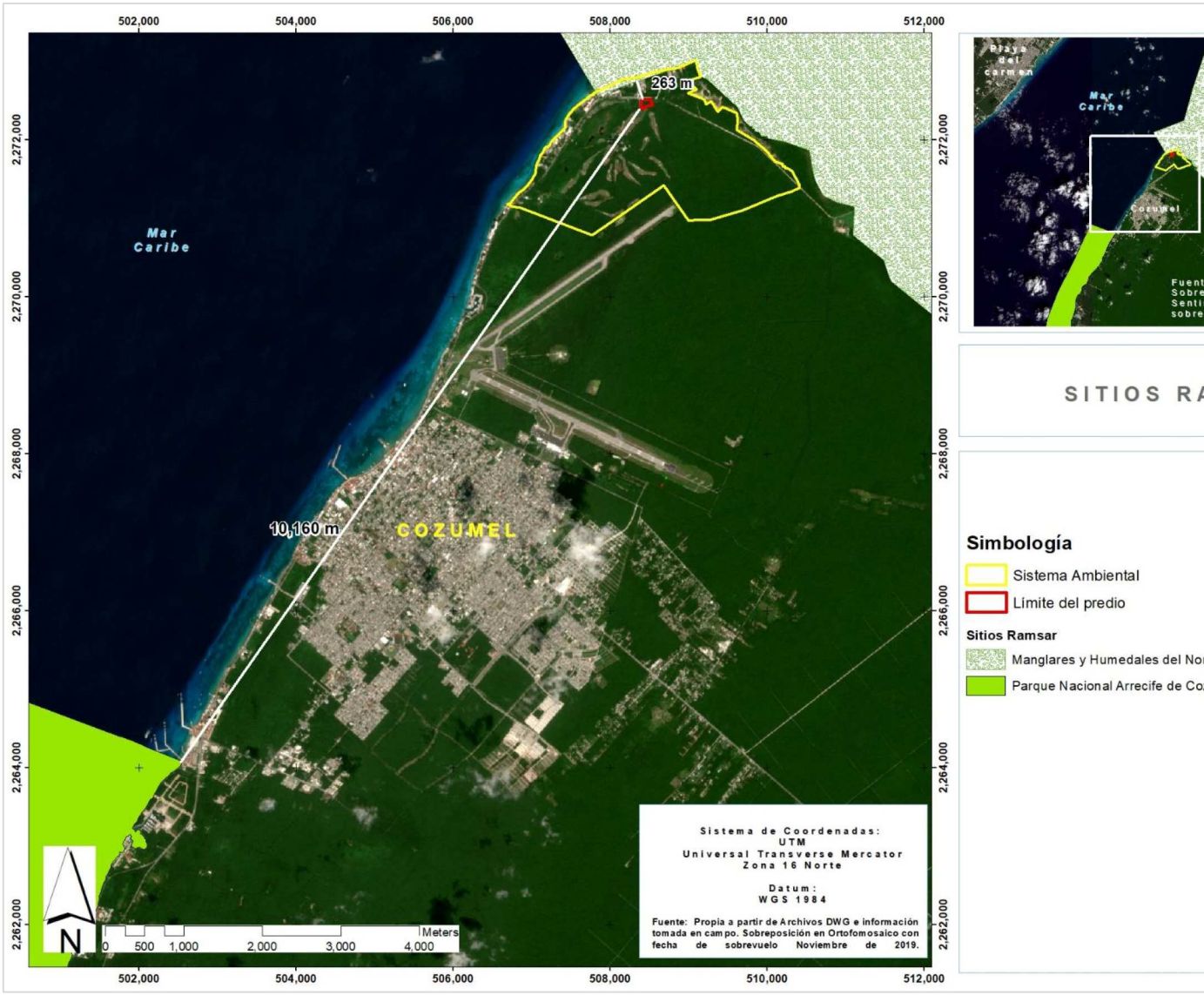


Figura 12. Se muestra la ubicación del predio con respecto a los Sitios Ramsar 1921 y 144

Vinculación con el proyecto:

El predio donde se pretende establecer el proyecto corresponde al Polígono A del Plan Maestro Cozumel Country Club, por lo que ya estaba previsto su desarrollo desde que obtuvo autorización el Plan Maestro "Cozumel Country Club".

El proyecto "Cozumel Country Club" fue autorizado en el año 1999, cuando estaba vigente el Plan Director de Desarrollo Urbano del Municipio de Cozumel, 1996, que fue modificado en el año 1999. De acuerdo con la última modificación del Plan Maestro Cozumel Country Club, que fue autorizada a través del oficio No. SGPA/DGIRA/DG/06138 de fecha 7 de agosto de 2019, se permitió una densidad de 1,362 cuartos, de los cuales están incluidos 70 cuartos y 12 locales comerciales para la el Polígono A.

Sin embargo, a través de este estudio se solicita la autorización para la construcción de un Condominio en 2 edificios de 3 niveles con un total de 32 Villas, equivalentes a 64 cuartos, cuyo diseño se sujeta a lo establecido en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Cozumel (2008), que es el instrumento actualmente vigente, en el que se permite un aprovechamiento del 30 % del predio.

Para el proyecto se ocupará una superficie de aprovechamiento de 3,655.08 m^2, que representa el 28.73 % del predio, de los cuales 3,621.57 m^2 poseen vegetación de Selva Mediana Subperennifolia y 33.51 m^2 corresponden a una brecha existente. Para reducir los impactos sobre la vegetación y la fauna del predio se llevarán a cabo acciones de rescate de flora, así como acciones de rescate de fauna de lento desplazamiento y nidos, así como su reubicación en áreas de conservación. Lo anterior se llevará a cabo conforme a los métodos establecidos en los Programas de Rescate de Flora y Fauna que se anexan a esta MIA-P. De la misma forma, se llevarán a cabo actividades de reforestación de la brecha de terracería que no será utilizada para el proyecto, integrándose a áreas de conservación.

Se mantendrá una superficie de 8,449.33 m^2, es decir el 66.40 % como conservación con la vegetación en estado natural, que podrá seguir siendo utilizada como hábitat de la fauna y que se conectará con otras áreas con vegetación ubicadas al este del predio, formando corredores biológicos para el desplazamiento de la fauna.

En todas las etapas del proyecto se realizará un manejo adecuado de los residuos mediante su colecta, almacenamiento temporal y traslado al sitio de disposición final y/o entrega al servicio de limpia, evitando así la contaminación del suelo y el agua por la disposición inadecuada de los residuos. Las aguas residuales que se generen en el condominio serán conducidas a través de la red de drenaje interno hacia biodigestores para su tratamiento. El agua tratada será almacenada en una cisterna para su cloración y posteriormente podrá ser utilizada para actividades de limpieza, previo cumplimiento de la normatividad aplicable.

2.11. REGIONES PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN (CONABIO: ARRIAGA *ET AL*. 2000).

El Programa Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, Arriaga et al., 2000), se orienta a la detección de áreas, cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad en diferentes ámbitos ecológicos. Así, CONABIO ha impulsado la identificación, además de las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), de las Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP, ámbitos acuáticos continentales) y de las Regiones Prioritarias Marinas (RPM, ámbitos costeros y oceánicos). Una regionalización complementaria, desarrollada por Cipamex, corresponde a las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA). De ahí que esta regionalización ha sido un esfuerzo técnico de la CONABIO por identificar aquellas regiones con alguna importancia, sin embargo no han sido elevadas a calidad de regulación específica para el país, sea como norma u otro instrumento, ni publicadas en el Diario ni Periódico Oficial.

En este documento se determinó que el predio se ubica en una de las regiones prioritarias propuestas por la CONABIO, y se analiza su impacto en términos de lo que especifica el área.

2.11.1. Regiones Hidrológicas Prioritarias.

En México, la CONABIO tiene como función coordinar, apoyar y promover acciones relacionadas con el conocimiento y uso de la diversidad biológica mediante actividades orientadas hacia su conservación y manejo sostenible. En mayo de 1998, dicha institución 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, con la finalidad de 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.

El predio del proyecto se encuentra dentro de la Región Hidrológica Prioritaria 106, denominada Cozumel, la cual cuenta con una extensión de 482.03 km^2 (Figura 13).

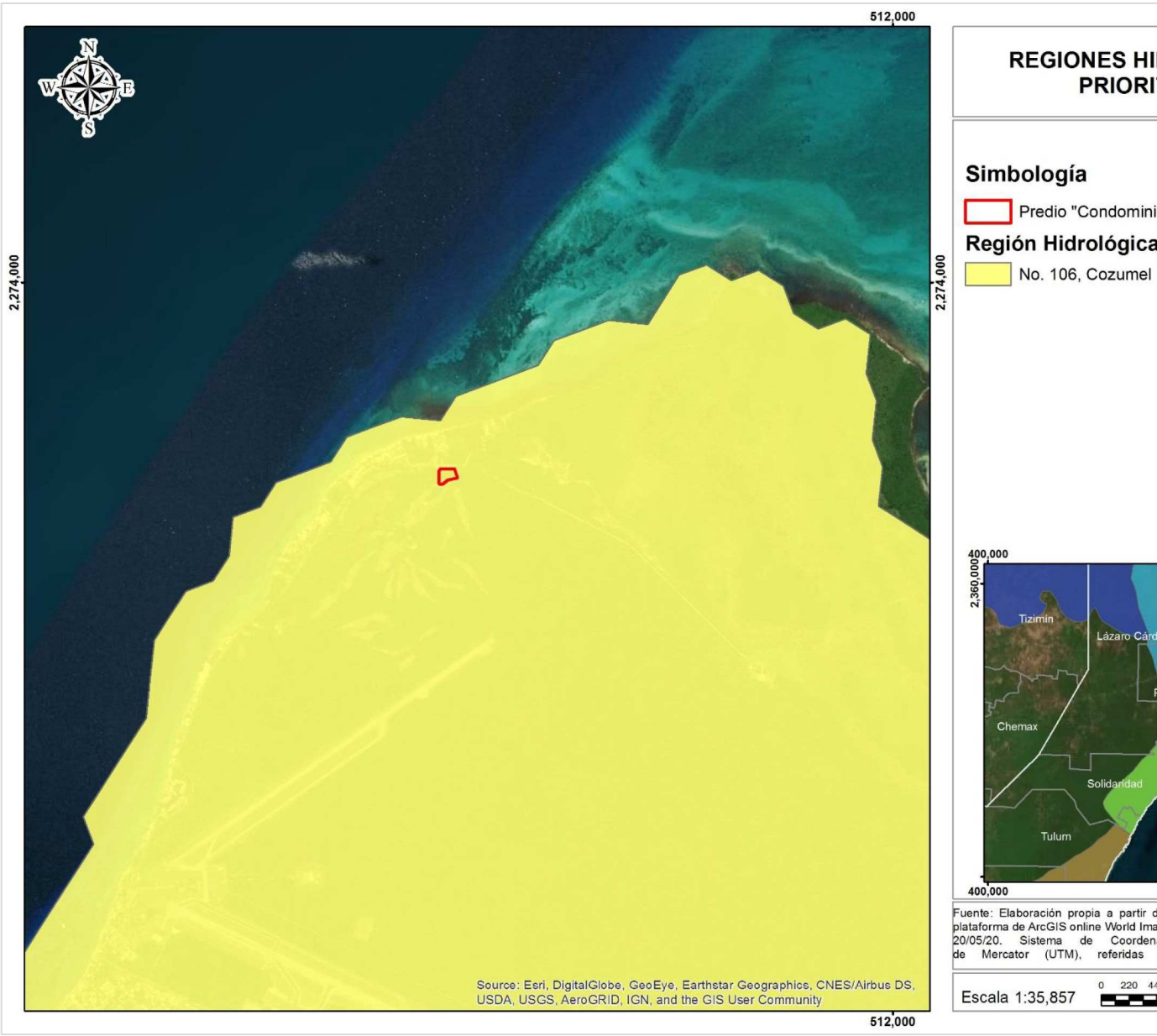


Figura 13. El proyecto se ubica dentro de la Región Hidrológica 106 denominada Cozumel

CARACTERÍSTICAS GENERALES

Características principales con las que cuenta la Región Hidrológica Prioritaria Cozumel.

Lénticos:	Lagunas costeras, cenotes y humedales.
Lóticos:	Aguas subterráneas con una capa delgada de agua dulce
Geología/Edafología:	Placa maya del Este, rocas sedimentarias, plataforma amplia y suelos tipo Redzina
Características varias:	Clima cálido húmedo con abundantes lluvias en verano. Temperatura promedio anual 26-28ºC. Precipitación total anual 1500-2000 mm.
Principales poblados:	Cozumel, Cedral, Chancanab, Caleta, San José, Chenrio
Actividad económica principal:	Turismo, ecoturismo y porcicultura
Indicadores de calidad de agua:	ND
Biodiversidad:	Tipos de vegetación: selva mediana subperennifolia, selva baja caducifolia, manglar, tular, vegetación de dunas costeras y palmares. Flora característica: *Acacia pringlei, Agave angustifolia, Albizia caribaea, Anthurium*sp., *Aporocactus flagelliformis, Avicennia germinans, Brassavola nodosa, Brosimum alicastrum, Bursera simaruba, Caesalpinia yucatanensis, Cakile lanceolata, Canavalia rosea, Capparis cynophallophora, Casearia nitida, Cecropia obtusifolia, Ceiba aesculifolia, Cenchrus echinatus, Coccoloba barbadensis, Conocarpus erectus, Desmodiumglabrum, D. incanum, Dioscorea floribunda, Diospyrosverae-crucis, Enriquebeltrania crenatifolia, Guaiacum sanctum, Guettarda elliptica, Laguncularia racemosa, Metopium brownei, Nectandra sanguinea, Oncidium cebolleta, Opuntia stricta, Pithecellobium mangense, Psidium sartorianum, Rhizophora mangle, Sabal mexicana, Selenicereus testudo, Sennaa tomaria, Sporobolus virginicus, Turnera diffusa, Vitex gaumeri*. Fauna característica: de crustáceos *Agostocaris bozanici, Janicea antiguensis,* S*omersiellas terreri, Parahippolytes terreri, Yagerocaris cozumel*; de decápodos *Typhlatya mitchelli,T. pearsei*y el palemónido *Creaseria morleyi*; de peces *Astyanax aeneus,* la mojarra del sureste *Cichlasoma urophthalmus,* el guayacón yucateco *Gambusia yucatana,* el topote del Atlántico *Poecilia mexicana,* el topote de aleta grande *P. velifera,* el juil descolorido *Rhamdia guatemalensis*. Especies endémicas: de crustáceos *Agostocaris bozanici* y *Yagerocaris cozumel*, de anfípodos *Bahadzia setodactylus* y *B. bozanici,* del carideo *Procaris* n. sp., y el isópodo *Bahalana mayana*, los cuales habitan en cenotes y cuevas; de reptiles la lagartija escamosa *Sceloporus cozumelae*; de aves la paloma cabeciblanca *Columba leucocephala,* el Cuitlacoche de Cozumel *Toxostoma guttatum, Troglodytes beani,* el vireo de Cozumel *Vireo bairdi,* además 16 subespecies endémicas *Crax*

	rubra griscomi, Melanoptila glabrirostris cozumelana entre otras*;* de mamíferos coatí *Nasua narica nelsoni,* ratón de campo *Peromyscus leucopus,* mapache *Procyon lotor,* ratón de Cozumel *Reithrodontomys spectabilis*. Todas estas especies están amenazadas junto con los reptiles boa *Boa constrictor*, huico rayado *Cnemidophorus cozumela*, garrobo *Ctenosaura similis*, iguana verde *Iguana iguana*, casquito *Kinosternon scorpioides*, mojina *Rhinoclemmys areolata,* jicotea *Trachemys scripta*; las aves loro yucateco *Amazona xantholora*, garceta de alas azules *Anas discors*, carao *Aramus guarauna*, aguililla cangrejera *Buteogallus anthracinus*, hocofaisán *Crax rubra,* garzita alazana *Egretta rufescens,* halcón palomero *Falco columbarius, F. peregrinus,* el bolsero cuculado *Icterus cucullatus*, *Oxyura dominica*, *Phoenicopterus ruber,* golondrina marina *Sterna antillarum, Toxosto maguttatum, Wilsonia citrina* y el mamífero grisón *Galictis vittata*. Zona de anidación de tortugas caguama *Caretta caretta,* blanca *Chelonia mydas* y carey *Eretmochelys imbricata*; la región norte mantiene las colonias reproductivas de espátulas *Ajaiaa jaja*, zona de anidación de la paloma cabeza blanca *Columba leucocephala* y del águila pescadora *Pandion haliaetus* y existen reportes de colonias de flamencos *Phoenicopterus ruber*.
Aspectos económicos:	Turismo, porcicultura, ecoturismo y transporte mercante. Pesquería del crustáceo *Macrobrachium acanthurus*.

Problemática: Modificación del entorno: desforestación, construcción de muelles y hoteles. Contaminación: basura, derivados del petróleo y aguas residuales. Uso de recursos: pesca ilegal; tráfico ilegal de especies; presión sobre las poblaciones de tortugas.

Vinculación con el proyecto:

El predio donde se pretende establecer el proyecto corresponde al Polígono A del Plan Maestro Cozumel Country Club, por lo que ya estaba previsto su desarrollo desde que obtuvo autorización el Plan Maestro "Cozumel Country Club".

El proyecto "Cozumel Country Club" fue autorizado en el año 1999, cuando estaba vigente el Plan Director de Desarrollo Urbano del Municipio de Cozumel, 1996, que fue modificado en el año 1999. De acuerdo con la última modificación del Plan Maestro Cozumel Country Club, que fue autorizada a través del oficio No. SGPA/DGIRA/DG/06138 de fecha 7 de agosto de 2019, se permitió una densidad de 1,362 cuartos, de los cuales están incluidos 70 cuartos y 12 locales comerciales para el Polígono A.

Sin embargo, a través de este estudio se solicita la autorización para la construcción de un Condominio en 2 edificios de 3 niveles con un total de 32 Villas, equivalentes a 64 cuartos, cuyo diseño se sujeta a lo establecido en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Cozumel (2008), que es el instrumento actualmente vigente, en el que se permite un aprovechamiento del 30 % del predio.

Para el proyecto se ocupará una superficie de aprovechamiento de 3,655.08 m^2, que representa el 28.73 % del predio, de los cuales 3,621.57 m^2 poseen vegetación de Selva Mediana Subperennifolia y 33.51 m^2 corresponden a una brecha existente. Para reducir los impactos sobre la vegetación y la fauna del predio se llevarán a cabo acciones de rescate de flora, así como acciones de rescate de fauna de lento desplazamiento y nidos, así como su reubicación en áreas de conservación. Lo anterior se llevará a cabo conforme a los métodos establecidos en los Programas de Rescate de Flora y Fauna que se anexan a esta MIA-P. De la misma forma, se llevarán a cabo actividades de reforestación de las brechas que no sean utilizadas para el proyecto, integrándose a áreas de conservación.

Se mantendrá una superficie de 8,449.33 m^2, es decir el 66.40 % como conservación con la vegetación en estado natural, que podrá seguir siendo utilizada como hábitat de la fauna y que se conectará con otras áreas con vegetación ubicadas al este del predio, formando corredores biológicos para el desplazamiento de la fauna.

En todas las etapas del proyecto se realizará un manejo adecuado de los residuos mediante su colecta, almacenamiento temporal y traslado al sitio de disposición final y/o entrega al servicio de limpia, evitando así la contaminación del suelo y el agua por la disposición inadecuada de los residuos. Las aguas residuales que se generen en el condominio serán conducidas a través de la red de drenaje interno hacia biodigestores para su tratamiento. El agua tratada será almacenada en una cisterna para su cloración y posteriormente podrá ser utilizada para actividades de limpieza, previo cumplimiento de la normatividad aplicable.

- Contaminación: basura, derivados del petróleo y aguas residuales.

Vinculación con el proyecto: En el proyecto se contará con la infraestructura necesaria para el manejo adecuado de los residuos sólidos, de manejo especial, peligrosos y de las aguas residuales.

Durante la construcción y operación de las obras se espera generar residuos sólidos, los cuales serán colectados, almacenados temporalmente y serán trasladados al relleno sanitario (construcción) y/o entregados al servicio de limpia (operación) para evitar afectaciones al agua, al suelo o al aire.

Durante la construcción del proyecto también se espera generar residuos de manejo especial (escombros) que serán trasladados al sitio que indique la autoridad municipal.

Para el manejo de las aguas residuales generadas por parte de los trabajadores durante la construcción del proyecto, se utilizarán los sanitarios portátiles en proporción de 1 por cada 20 trabajadores, los cuales recibirán limpieza cada tercer día por parte de la empresa arrendadora. Estos sanitarios se colocarán en el área de aprovechamiento.

Para la etapa de operación, las aguas residuales que se generen en el condominio, se conducirán a través de la red interna de drenaje hacia biodigestores ubicados en el área de instalaciones de los edificios. El agua tratada será conducida a cisternas donde será

clorada y posteriormente será utilizada para actividades de limpieza, previo cumplimiento con la normatividad aplicable.

Se espera que se genere un volumen muy bajo de residuos peligrosos, los cuales tendrán un manejo adecuado mediante su colecta, almacenamiento temporal y entrega a una empresa autorizada en su manejo durante todas las etapas del proyecto.

En el Programa de manejo de Residuos que se anexa a esta MIA-P, se especifican las medidas necesarias para realizar una correcta disposición de los mismos, por lo que no se prevén afectaciones por mal manejo de residuos y fugas de aguas residuales.

- Uso de recursos: pesca ilegal; tráfico ilegal de especies; presión sobre las poblaciones de tortugas.

Vinculación con el proyecto: El proyecto establecerá medidas de protección y conservación de la fauna presente en el predio, por lo que no se realizará tráfico ilegal de especies.

El predio no colinda con la playa, por lo que no llevará a cabo actividades en la zona marina de pesca ilegal, y tampoco afectará las tortugas marinas.

Grupos e instituciones que participaron en la delimitación de la Región Hidrológica Prioritaria: El Colegio de la Frontera Sur; PRONATURA; Centro de Investigación y Estudios Avanzados, IPN; Instituto de Ciencias del Mar y Limnología-Pto. Morelos, Instituto de Geografía, Instituto de Biología, UNAM; Universidad Autónoma de Yucatán; Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán; DUMAC; Instituto Nacional de Ecología, Comisión Nacional del Agua, SEMARNAP; Museo de Cozumel; Centro Regional de Investigaciones Pesqueras - Puerto Morelos; Parque Marino Arrecifes de Cozumel; Universidad de Quintana Roo.

2.11.2. REGIONES MARINAS PRIORITARIAS.

La magnitud de los ecosistemas marinos es una de las principales razones por las que su conocimiento e información son, frecuentemente, escasos y fragmentados. Sin embargo, la intrincada dependencia del hombre de los recursos y la conciencia de que estos recursos están siendo fuertemente impactados por las mismas actividades humanas, ha planteado la necesidad de incrementar el conocimiento sobre el medio marino, a todos los niveles, para emprender acciones que conlleven a su mantenimiento, conservación, recuperación o restauración.

Bajo esta perspectiva, la CONABIO instrumentó el *Programa de Regiones Marinas Prioritarias de México* 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). Este programa reunió, por medio de talleres multidisciplinarios, a un grupo de 74 expertos del sector académico, gubernamental, privado, social y organizaciones no

gubernamentales de conservación. Como resultado de los talleres, se logró delimitar 70 RMP.

El proyecto se encuentra inmerso en la RMP 69 Cozumel (Figura 14), misma que cuenta con las siguientes características:

Estado(s): Quintana Roo

Extensión: 1125 km^2

Polígono: Latitud. 20°43'12" a 20°12'36"
Longitud. 87°03'36" a 86°48'36"

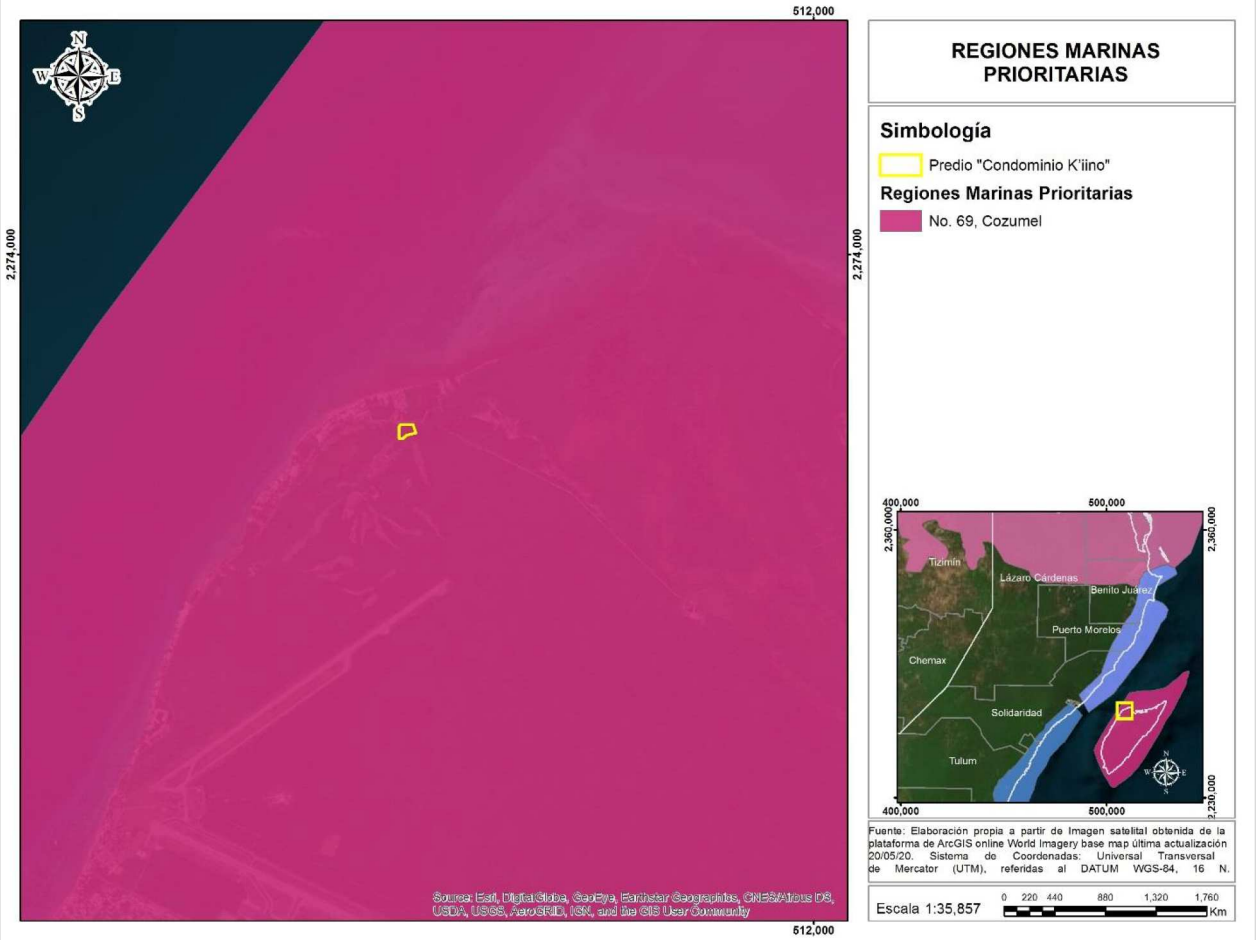


Figura 14. Ubicación del predio en RMP 69 Cozumel.

Clima: Cálido húmedo con lluvias en verano. Temperatura media anual 22-26°C. Ocurren tormentas tropicales, huracanes, nortes.

Geología: Placa de Norteamérica, rocas sedimentarias, plataforma amplia.

Descripción: Zona isleña con dunas, arrecifes, lagunas, pastos marinos, playas, esteros, bahías, pastizales.

Oceanografía: Surgencias temporales. Predomina la corriente del Caribe. Oleaje medio y alto. Aporte de agua dulce por lluvias.

Biodiversidad: Moluscos, poliquetos, equinodermos, crustáceos, peces, tortugas, aves, mamíferos marinos, manglares, xerófitas. Zona migratoria de langosta y de reproducción para tortugas (caguama, *Chelonia mydas*).

Aspectos económicos: zona pesquera poco intensa organizada en cooperativas, artesanal y deportiva. Se explotan el coral negro, langosta y caracol. Turismo, ecoturismo y buceo de alto impacto. Hay transporte turístico y mercante.

Problemática: Modificación del entorno: remoción de pastos, fractura de arrecifes, draga, construcción de muelles y hoteles. Daño al ambiente por embarcaciones.

Vinculación con el proyecto: El predio del proyecto se ubica a una distancia de 240.0m de la zona marina, por lo que no pretende realizar ningún tipo de actividades en dicha zona.

El predio donde se pretende establecer el proyecto corresponde al Polígono A del Plan Maestro Cozumel Country Club, por lo que ya estaba previsto su desarrollo desde que obtuvo autorización el Plan Maestro "Cozumel Country Club".

A través de este estudio se solicita la autorización para la construcción de un Condominio en 2 edificios de 3 niveles con un total de 32 Villas, equivalentes a 64 cuartos, cuyo diseño se sujetará a lo establecido en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Cozumel (2008), que es el instrumento actualmente vigente, en el que se permite un aprovechamiento del 30 % del predio.

Para el proyecto se ocupará una superficie de aprovechamiento de 3,655.08 m^2, que representa el 28.73 % del predio, de los cuales 3,621.57 m^2 poseen vegetación de Selva Mediana Subperennifolia y 33.51 m^2 corresponden a una brecha existente. Para reducir los impactos sobre la vegetación y la fauna del predio se llevarán a cabo acciones de rescate de flora, así como acciones de rescate de fauna de lento desplazamiento y nidos, así como su reubicación en áreas de conservación. Lo anterior se llevará a cabo conforme a los métodos establecidos en los Programas de Rescate de Flora y Fauna que se anexan a esta MIA-P. De la misma forma, se llevarán a cabo actividades de reforestación de las brechas que no sean utilizadas para el proyecto, integrándose a áreas de conservación.

Se mantendrá una superficie de 8,449.33 m^2, es decir el 66.40 % como conservación con la vegetación en estado natural, que podrá seguir siendo utilizada como hábitat de la fauna y que se conectará con otras áreas con vegetación ubicadas al este del predio, formando corredores biológicos para el desplazamiento de la fauna.

- ***Contaminación:*** por basura, derivados del petróleo y aguas residuales.

Vinculación con el proyecto: En el proyecto se contará con la infraestructura necesaria para el manejo adecuado de los residuos sólidos, de manejo especial, peligrosos y de las aguas residuales.

Durante la construcción y operación de las obras se espera generar residuos sólidos, los cuales serán colectados, almacenados temporalmente y serán trasladados al relleno sanitario (construcción) y/o entregados al servicio de limpia (operación) para evitar afectaciones al agua, al suelo o al aire.

Durante la construcción del proyecto también se espera generar residuos de manejo especial (escombros) que serán trasladados al sitio que indique la autoridad municipal. Mientras que en la etapa operativa se espera generar residuos de manejo especial como aceite vegetal quemado, que será entregado a una empresa autorizada en su manejo.

Para el manejo de las aguas residuales generadas por parte de los trabajadores durante la construcción del proyecto, se utilizarán los sanitarios portátiles en proporción de 1 por cada 20 trabajadores, los cuales recibirán limpieza cada tercer día por parte de la empresa arrendadora. Estos sanitarios se colocarán en el área de aprovechamiento.

Para la etapa de operación, las aguas residuales que se generen en el condominio, se conducirán a través de la red interna de drenaje hacia biodigestores ubicados en el área de instalaciones de los edificios. El agua tratada será conducida a cisternas donde será clorada y posteriormente será utilizada para actividades de limpieza, previo cumplimiento con la normatividad aplicable.

Se espera que se genere un volumen muy bajo de residuos peligrosos, los cuales tendrán un manejo adecuado mediante su colecta, almacenamiento temporal y entrega a una empresa autorizada en su manejo durante todas las etapas del proyecto.

En el Programa de manejo de Residuos que se anexa a esta MIA-P, se especifican las medidas necesarias para realizar una correcta disposición de los mismos, por lo que no se prevén afectaciones por mal manejo de residuos y fugas de aguas residuales.

- Uso de recursos: pesca ilegal; presión sobre tortugas, caracoles y corales.

Vinculación con el proyecto: El proyecto establecerá medidas de protección y conservación de la fauna presente en el predio, por lo que no se realizará tráfico ilegal de especies.

El predio no colinda con la playa, por lo que no llevará a cabo actividades en la zona marina de pesca ilegal, tampoco afectará las tortugas marinas, los caracoles y corales.

- Regulación: falta de normatividad en caletas y cenotes por parte del sector turístico.

Vinculación con el proyecto: El predio no colinda con la playa, por lo que no llevará a cabo actividades en la zona marina.

Tampoco posee cenotes. Se encuentra inmerso dentro del Plan Maestro Cozumel Country Club donde ya se construyó un campo de golf que posee lagos artificiales.

Conservación: se propone como área de anidación de tortugas marinas. El parque marino "Arrecifes de Cozumel" debería ampliarse en el barlovento (oriente) de Punta Chiqueros hasta la mitad de la isla; en la parte norte, desde los microatolones hasta el torrento. Los humedales constituyen un aporte de nutrientes a la zona marina.

Grupos e instituciones: Museo de Cozumel, INP (CRIP-Puerto Morelos), Ecosur-Chetumal, UQROO, Parque Marino "Arrecifes de Cozumel", Pronatura-Yucatán.

2.11.3. ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES (AICA)

La conservación de la biodiversidad, es decir, de plantas, hongos y animales silvestres depende de la integridad de los ecosistemas o hábitats en donde se desarrollan y reproducen. Para poder conservarlos es necesario proteger y manejar sitios donde se asegure su sobrevivencia y la continuidad de los procesos e interacciones que se dan entre las especies.

Un AICA es un área de importancia nacional e internacional para la conservación de aves. Normalmente provee hábitat esencial para una o más especies de aves. Estos sitios pueden tener aves amenazadas, con rango de distribución restringida, las que son representativas de un bioma o concentraciones numerosas de aves en sitios de reproducción, durante su migración, o en sus sitios de hibernación.

Las AICAS no son sitios que necesariamente requieren protección legal, sino que son áreas explícitamente importantes de acuerdo con las características de las especies que albergan, sean estas poblaciones, de comunidad, de distribución, de hábitat o por incluir especies endémicas o en alguna categoría de riesgo. Incluso pueden ser designadas por ser lugares importantes para la investigación científica.

México cuenta con un total 230 AICAS, que incluyen más de 26,000 registros de 1,038 especies de aves (96.3% del total de especies para México según el American Ornithologist's Union). Adicionalmente, se incluye en al menos un área, al 90.2% de las especies listadas como amenazadas por la ley Mexicana (306 de 339 especies) y al 100% de las especies incluidas en el libro de Collar *et al.* (1994, BirdstoWatch). De las 95 especies endémicas de México (Arizmendi y Ornelas en prep.) todas están registradas en al menos un área.

El proyecto se ubica dentro del AICA 178 que comprende toda la Isla de Cozumel. Esta AICA tiene una superficie de 17,565.34 ha (Figura 15).

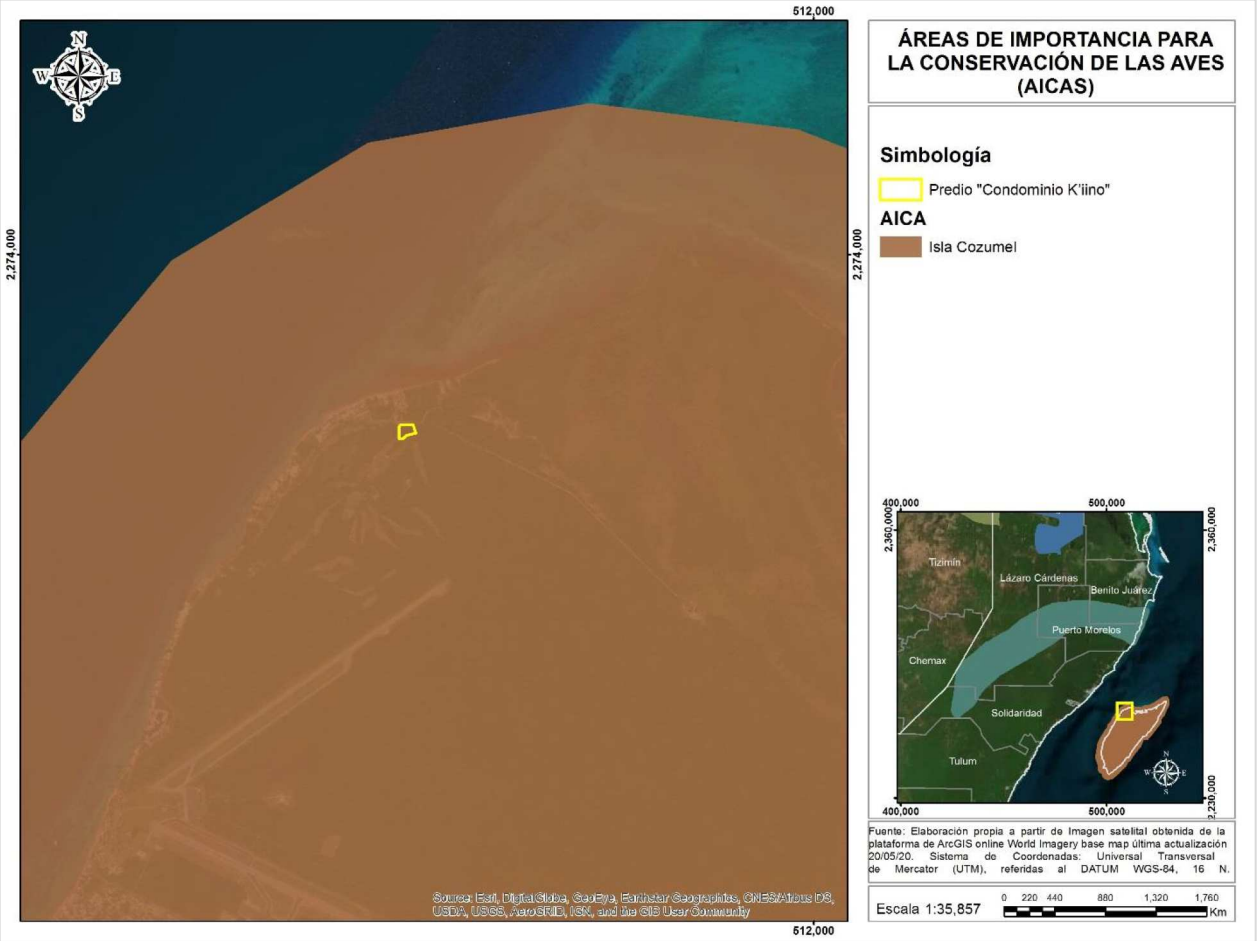


Figura 15. Ubicación del predio con respecto a las AICAS.

Descripción: La isla tiene un área aproximada de 600 km^2. Se localiza a 17.5 km de la costa noreste de la Península de Yucatán. El origen de sus suelos es calcáreo y presenta las mismas características geomorfológicas de la Península. La isla está sujeta a la acción de huracanes con una frecuencia de uno cada 6.2 años. Su clima es cálido húmedo con lluvias en verano. El tamaño de la población es de 40,000 habitantes. La mayor parte de su población se concentra en el poblado de San Miguel que junto con la zona turística se concentran en la zona norte. La mayor parte del territorio se encuentra inalterado ya que las actividades agrícolas y ganaderas se restringen a pequeñas áreas de uso familiar ya que se considera casi en su mayoría una zona de reserva.

Vegetación: Selva mediana subcaducifolia 28,600 ha (59%), selva baja caducifolia 6,300ha (13%), manglar 3,100 ha (6%), tular, vegetación halófila o de dunas costeras, tasistal, vegetación secundaria, presente en áreas de influencia humana o alteradas por los huracanes. Según Rzedowski: Bosque tropical subcaducifolio y caducifolio, vegetación acuática y subacuática.

Justificación: Proponemos que CONABIO amplié su decreto en la isla de las regiones centro y sur, para que también se considere como importante la región norte, ya que es una zona muy conservada donde se mantienen las colonias reproductivas de espátulas, anida la paloma de cabeza blanca y el águila pescadora, además para esta zona existen

los reportes de colonias de flamencos. Las islas constituyen sitios de enorme importancia en la conservación de la biodiversidad. Para el grupo de las aves esta importancia se basa en la contribución a la diversidad biológica global que se deriva de la presencia en islas de especies endémicas, residentes y migratorias que viven y/o llegan a ellas. Se ha calculado que el 10% de las aproximadamente 9,000 especies de aves del mundo habitan en islas (Johnson, 1988). Desafortunadamente, el 93% de las 93 especies y 83 subespecies de aves que se han extinto de 1600 a 1980 eran endémicas de islas (King 1980, 1981, Temple, 1986). A diferencia de la mayoría de las islas que constituyen las Grandes y Pequeñas Antillas la isla de Cozumel permanece prácticamente inalterada. A pesar de su pequeño tamaño presenta distintos tipos de vegetación que albergan una importante variedad de especies de aves. Aunque Cozumel no cuenta con áreas terrestres protegidas decretadas en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, a nivel estatal y municipal si cuenta con decretos que establecen la protección de la mayor parte de su territorio y que se clasifican del modo siguiente: Zonas sujetas a conservación ecológica, áreas de protección de los recursos naturales, áreas de protección de la flora y fauna silvestre y acuática, áreas de protección de la tortuga marina y parques marinos nacionales.

Categorías a las que aplica. Para la mastofauna constituye una zona de endemismos muy importante. En cuanto a las aves se encuentran 3 especies endémicas y 16 subespecies. En cuanto a proyectos de investigación existe el programa de protección de la tortuga marina, programas de educación ambiental para la protección de las aves desarrollados por el Instituto de Biología, UNAM y el Museo de la isla, el proyecto de diversidad avifaunística en la isla Cozumel y el de Conservación y estatus taxonómico del Faisán de Cozumel, ambos desarrollados por el Instituto de Biología. Actualmente: Educación ambiental continuación; estructura y composición de aves de la isla; señalización de carreteras.

G-1.Toxostoma guttatum, posiblemente es la especie más amenazada en México por causas naturales.
G-2.Toxostoma guttatum, Troglody tesbeani, Vireo bairdi, Crax rubra griscomi, Melanoptila glabirostris cozumelana.
MEX-1.Egretta rufescens, Phoenicopterus ruber, Anas discors, Oxyura dominica, Falco columbarius, Falco peregrinus, Sterna antillarum, Amazona xantholora, Wilsonia citrina.
NA-2.Toxostoma guttatum, Vireo bairdi, Troglodytes beani, Crax rubra griscomi y 15 subespecies
Vinculación del proyecto.

En el área de estudio se registraron 23 especies de aves, de las cuales 22 son migratorias y una transeúnte, las cuales hacen uso de las diferentes zonas del predio como sitio de alimentación y refugio temporal. Se registraron tres especies que están enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, que corresponden al Loro frente blanco (*Amazona albifrons*), el Perico pecho sucio (*Eupsittula nana*) y el Vireo de Cozumel (*Vireo bairdi*).
Cabe destacar que el alto porcentaje de especies migratorias demuestra que el área de estudio provee de importantes condiciones para alimentación y refugio a estas aves en sus condiciones actuales.

En el caso de las aves se prevé que cuando inicien las actividades del proyecto, debido a su capacidad de moverse rápidamente de un sitio a otro, se espera que los ejemplares que pudieran estar en la zona de aprovechamiento migren a las zonas de conservación del mismo predio e incluso de las zonas aledañas que aún forman un continuo de vegetación con la del predio, para que cuando cesen las actividades de preparación y construcción del proyecto puedan regresar a utilizar el hábitat. Las especies que sean más tolerantes a la perturbación serán las que permanezcan durante todas las etapas del proyecto en el sitio.

Para aminorar el impacto sobre estas especies y las demás que se registraron, se aplicarán las medidas establecidas en el Capítulo VI de esta MIA-P. De manera previa a las actividades del proyecto, se realizará el rescate y reubicación de los nidos que se registren, de acuerdo con el Programa de Rescate de Fauna que se anexa a esta MIA.P.

Así mismo, el diseño del proyecto permitirá mantener el 66.40 % de la superficie del proyecto como área de conservación, que seguirán siendo utilizadas por la fauna y prestando los servicios ambientales que proveen, estas a su vez se conectan con áreas con vegetación aledañas formando corredores biológicos para el uso de la fauna.

Durante las actividades del proyecto, se considera la aplicación de las medidas necesarias para evitar afectaciones a los ecosistemas que se mantendrán como conservación, para que en estos se continúen las funciones ecosistémicas que se traducen en la prestación de servicios ambientales.

3. APÉNDICE DESCRIPCIÓN DE ESPECIES DE FLORA Y FAUNA ENLISTADAS EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010.

- **ESPECIES DE FLORA**

En el predio se registró una especie de flora incluida en la Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, la cual se encuentra en la categoría de amenazada (Cuadro 16).

Cuadro 16. Especies presentes en el área de estudio enlistadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**. A-Amenazada, P-Peligro de extinción, Pr-Sujeta a protección especial, E-Endémica, NE-No Endémica.

Familia	Nombre Científico	Nombre común	Estatus	Distribución
Arecaceae	*Coccothrinax readii*	Nak'as	A	E

A continuación, se describen las características generales de esta especie.

1. ***Coccothrinax readii*** (Amenazada, endémica). Los individuos de esta especie alcanzan alturas de hasta 10 m; presentan un tronco recto, liso y generalmente delgado. Las hojas son de mediano tamaño en forma de abanico, menores a 1 m de diámetro, con el haz de color verde oscuro brillante y el envés verde claro opaco y seroso al tacto. Produce una inflorescencia corta que no excede el tamaño de las hojas, con numerosas flores pequeñas de color claro. La inflorescencia se fija al tronco a través de un pedúnculo corto. Los frutos son de color claro y globosos, de 6 mm de diámetro (Figura 16). Estas características constituyen algunas de las principales diferencias con respecto al chit (*Thrinax radiata*), una especie similar.

   Es una especie endémica de la Península de Yucatán con potencial ornamental e importancia ecológica, ya que constituye una fuente de alimento para la fauna local.

Figura 16. Se muestra un ejemplar de *Coccothrinax readii.*

- **ESPECIES DE FAUNA**

En el área de estudio de fauna se registraron 12 especies de fauna incluidas en la Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, de las cuales dos se encuentran en peligro de extinción, siete sujetas a protección especial y tres especies amenazadas (Cuadro 17).

Cuadro 17. Especies presentes en el predio y su área de influencia, enlistados en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**. A=Amenazada, Pr=Sujeta a Protección Ambiental, P= En peligro de extinción, E=Endémica, NE= No Endémica.

Grupos	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	
				Categoría	Distribución
Aves	Psitacidae	*Amazona albifrons*	Loro frente blanco	Pr	NE
	Psitacidae	*Eupsittula nana*	Perico pecho sucio	Pr	NE
	Vireonidae	*Vireo bairdi*	Vireo de Cozumel	A	E
Reptiles	Sphaerodactylae	*Aristelliger georgeensis*	Gecko de la Isla San Jorge	Pr	NE
	Iguanidae	*Ctenosaura similis*	Iguana rayada	A	NE
	Iguanidae	*Iguana iguana*	Iguana verde	Pr	NE
	Colubridae	*Thamnophis proximus*	Culebra acuática	A	NE
	Crocodylidae	*Crocodylus moreletii*	Cocodrilo de pantano	Pr	NE
	Kinosternidae	*Knosternon scorpioides*	Tortuga pecho quebrado	Pr	NE
Mamíferos	Felidae	*Leopardus wiedii*	Tigrillo	P	NE
	Procyionidae	*Potos flavus*	Mico de noche	Pr	NE
	Procyionidae	*Procyon pygmaeus*	Mapache de Cozumel	P	E

A continuación, se describen las características de las especies.

Aves

De manera general este grupo de especies son las menos afectadas, ya que se tienen en el supuesto de que serán los primeros en huir al instante de aquellas áreas donde se establecerá el proyecto, esto es porque la gran mayoría habitan en las copas del arbolado. Las especies registradas en el predio que se encuentran enlistados en la NOM-059-SEMARNAT-2010 son las siguientes:

Amazona albifrons* (*Sujeta a protección especial). Descripción general de la especie. *Amazona albifrons* tiene una talla de 25 a 29 cm, es similar en tamaño a *Amazona xantholora* (loro yucateco) que posee una talla de 25.5 a 28 cm. El plumaje en general es verde, las plumas de la cabeza, cuello, y partes superiores poseen una tonalidad más intensa en los bordes; el anillo ocular y la región perioftálmica son de color rojo. La frente y la porción frontal de la corona es blanca, algunas veces presenta una tonalidad amarilla y/o azul. El resto de la corona es azul obscuro, las plumas con los márgenes obscuros; las cobertoras superiores e inferiores son de un verde amarillento; el alula y cobertoras primarias rojas; membranas exteriores de las primarias verdes en la base y azules en las puntas, los lados inferiores de las plumas de vuelo azul verdoso; cola verde con puntos amarillo-verdoso. Plumas laterales con bases rojas; pico amarillento, iris amarillo pálido; piernas grises brillante en ambos sexos. La hembra difiere del macho en que el rojo de la cara se limita a la región de anillo ocular y carece de la tonalidad roja en las plumas cobertoras de las alas. El macho juvenil se parece a la hembra, pero con rojo en las cobertoras primarias (Forshaw, 1978; Ridgely y Gwynne, 1989).

Vuelan en parejas o parvadas con aleteo rápido pareciendo el vuelo apresurado, por lo general vuelan ligeramente por encima del dosel, raramente vuelan alto, por lo general se les observa volando en parejas aún dentro de una parvada (Howell y Webb, 1995; Gracida, 1998).

Forma de vida, hábitat y alimentación. Se alimentan de frutas, semillas, nueces, granos, retoños y probablemente brotes de hojas. En Nayarit, han sido observadas perchando en árboles del género Ficus, alimentándose específicamente de sus frutos. En Sonora fueron observados alimentándose de pitayas (*Lemaireocercus thurberi*) (Forshaw, 1978).

La especie muestra marcada movilidad estacional. Durante la época reproductiva las parejas anidan dentro de su rango de distribución, pero no son migratorias. Se desplaza en parvadas numerosas o en parejas para la alimentación. Suelen subir en elevación hasta alrededor de los 2000 msnm en época no reproductiva para alimentarse en huertas y cultivos de alta montaña.

El loro frente blanca es nativo de América Central y el sur de México; es comúnmente visto en parvadas de hasta veinte individuos. Se les puede observar en diferentes hábitats desde regiones húmedas como bosques lluviosos, hasta áreas secas como sabanas de cactus. En vida libre, no suelen ser tímidos y comúnmente la gente puede acercárseles. Las parvadas pueden congregarse, existiendo reportes de agrupaciones formadas por varios cientos de individuos. Estos grupos pueden incluir parvadas de otras especies

como *Amazona autumnalis*. América Costa Rica Límite sur de la distribución de esta especie México Península de Yucatán por debajo de los 1800 m (Howell & Webb, 1995). Vertiente del Pacífico Esta especie se distribuye en selvas bajas y medianas de la vertiente del Pacífico desde el sur de Sonora, México, hasta Costa Rica.

*Reproducción***.** La época de reproducción es usualmente durante la primavera, iniciando en febrero y finalizando en verano (entre junio y julio en la mayoría de las áreas). Luego del apareamiento, la hembra ovipositará en promedio tres o cuatro huevos, que serán incubados por 24 a 36 días. Las crías abandonarán el nido a la edad de 10 a 12 semanas.

Estado de conservación y amenazas. Las selvas bajas y medianas subcaducifolias son de los tipos de vegetación que están presentando las mayores tasas de desmonte y cambio de uso de suelo, de acuerdo a cifras que presentan el INE-UNAM (2002). Además de la pérdida de hábitat por desmontes, se han incrementado los incendios forestales, los cuales pueden influir no sólo en la pérdida de elementos de la vegetación para anidación, también parecen influir en la disponibilidad local de alimentos.

***Eupsittula nana*)[1] (No endémica, Sujeta a Protección especial).** El ave también es conocida como perico pecho sucio. Mide de 20 a 26 cm de largo. Es color verde con pecho color oliva y puntas de alas azules. Tiene un anillo blanquecino alrededor del ojo y sin plumas. El pico es color hueso y gris y las patas gris rosado. Posee cola larga y pesa alrededor de 76 g.

Forma de vida, hábitat y alimentación. Este perico anida en termiteros o árboles con huecos naturales o hechos por algún ave carpintera, también utiliza palmas secas. Se alimenta de semillas, frutos, leguminosas, hojas y flores. Se puede observar comiendo en árboles, maizales y otros cultivos o sobrevolando en bandadas de 20 ejemplares o en parejas.

En México, esta ave se distribuye a lo largo de todos los estados que poseen costas en el Golfo de México y mar Caribe, así como en algunos colindantes con estas entidades, como Nuevo León, San Luis Potosí, Guanajuato, Querétaro, Puebla, Oaxaca y Chiapas. La plataforma Naturalista también reporta algunas observaciones en los estados de Nayarit y Jalisco (estados con costas hacia el Océano Pacífico). Son monógamas.

Estado de conservación y amenazas. En la Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 considera a la especie como Sujeta a protección especial

[1] BirdLife International (2008). «*Aratinga nana*». Lista Roja de especies amenazadas de la UICN 2008 (en inglés). ISSN 2307-8235.

***Vireo bairdi*[2] (Vireo de Cozumel, Amenzada, Endémico).** Ave pequeña de 12 a 12.5 cm de largo, con plumaje verde-olivo en cabeza y dorso, color único entre los miembros del género. Anillo ocular claro y ancho, cola y alas color café oscuro, barras blancas en las alas, puntas de las terciarias claras, puntas de las primarias amarillo-olivo; garganta y vientre color crema, con costados y parte lateral del cuello color canela-ocre brillante, ojos café claro, pico color carne con la punta oscurecida, y tarsos de azul-grisáceo a carne.

Se encuentra únicamente en la isla Cozumel, frente a la costa noreste de la Península de Yucatán, Quintana Roo, sureste de México.
Forma de vida, hábitat y alimentación. Es un ave muy común en casi toda la isla de Cozumel, excepto en las zonas de manglar. Tolera la perturbación moderada y se establece sin problemas en vegetación secundaria. Además de notar que esta especie es primariamente arborícola y que poco baja a tierra, no se ha realizado ningún estudio sobre el uso que hace esta especie del hábitat y todos los registros que se tienen de ésta se limitan a documentar su presencia. Los tipos de vegetación en los que se realizaron los registros para la especie son la selva mediana subcaducifolia, selva baja caducifolia, tasistal y vegetación halófila o de dunas costeras. Esta especie es frugívora.

Estado de conservación y amenazas. La pérdida de su hábitat puede ser un factor de riesgo para esta especie, aunque se ha documentado su tolerancia a ciertas formas de perturbación. Sin embargo, otro riesgo importante lo representan la introducción de fauna exótica, como depredadores o parásitos. No es común, y su población ha disminuido por boas constrictor no nativas liberadas en la isla. Aunque no existe ningún estudio en particular sobre esta especie, el hecho de ser una de las especies más abundantes de la isla de hábitos frugívoros, hace suponer que juega un papel relevante en la dispersión de semillas de algunas especies de plantas, como se ha documentado para otras especies del mismo género.

Reptiles

La mayoría de las especies como conducta tienen la mayor de la parte de tiempo esta perchado a la espera de alguna presa. La mayoría son diurnos, aunque también se ha reportado activo durante las noches. Por lo que se puede resumir que las especies de reptiles son capaces de huir con el ruido. Las especies registradas en el predio registradas en este grupo son:

[2] https://www.naturalista.mx/taxa/17381-Vireo-bairdi consultado el 21 de mayo de 2020.

***Ctenosaura similis* (No endémica, Amenazada).** Iguana negra. Los especímenes de esta especie tienen una longitud hocico cloaca (LHC) que va de los 275 a 350mm (Lee, 1996; 2000, Campbell, 1998;). Los machos de esta especie son más grandes que las hembras (Lee, 2000). La longitud de la cola es cerca de 1.5 a 2 veces que la longitud del cuerpo. La cabeza está medianamente distintiva del cuerpo; se presenta un saco gular el cual está fuertemente desarrollado (Campbell, 1998); las extremidades son robustas y musculosas. Aunque se reportan tamaños poblacionales considerables (Duellman, 1965; Lee, 1996), Se distribuyen en Campeche, Chiapas, Guerrero, Michoacán, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán (Ramírez Bautista, A. y M. C. Arizmendi. 2004).

Forma de vida, hábitat y alimentación. Se alimentan principalmente de vegetación, flores y frutos; y en lugares donde esta es abundante, no es necesario forrajear durante periodos de tiempo prolongados. Se sabe que se alimenta de chapulines, ranas pequeñas, otras lagartijas, ratones, polluelos de varias aves pequeñas, murciélagos, y heces humanas también se han encontrado en su dieta (Fitch y Henderson, 1978). También se ha observado canibalismo en esta especie, es decir, jóvenes y crías son depredados por individuos adultos (Henderson, 1973; Hanzen y Brodie, 1995).

Reproducción. Ctenosaura similis se reproduce durante la estación de secas. Cada hembra pone sólo una nidada anual. En Chiapas, las hembras ponen de 15 a 30 huevos de marzo a mayo con un periodo de incubación de 90 días aproximadamente (Campbell, 1998). Durante la estación reproductiva, los machos presentan a menudo pigmento de color naranja en la cabeza y manchas rojizas o naranjas en la superficie superior del cuerpo (Lee, 1996, 2000).

Estado de conservación y amenazas. Actualmente se sabe que las regiones costeras han sido modificadas para la construcción de zonas hoteleras, asentamientos humanos, así como la reducción de los manglares y el hecho de que las especies de diferentes iguanas son explotadas por su carne, su piel y sus huevos, principalmente (Burger y Gochfeld, 1993; Ramírez-Bautista, personal, 2001). Por lo que esta especie es de principal relevancia para su conservación, ya que pueden estar amenazadas las poblaciones que habitan dentro de su área de distribución.

Aristelliger georgeensis[3] **(Sujeta a protección especial, No endémica).** Gecko de la Isla San Jorge.

Es un gecko robusto y grande. Los machos alcanzan una longitud hocico-cloaca de cerca de 115 mm, las hembras son substancialmente más pequeñas alcanzando un a longitud hocico-cloaca de 97 mm. Los ojos están cubiertos por una membrana transparente, las pupilas son verticalmente elípticas y con márgenes sin borde y el iris es café. Tienen una espina pequeña sobre el ojo. La cabeza, el cuello y dorso están cubiertos por pequeñas escamas granulares ligeramente quilladas. De noche la coloración dorsal es gris, verde grisáceo, o bronceado, con distintas manchas obscuras. Cuando lo iluminan o durante el día el color es café oscuro.

Esta especie se distribuye en el caribe desde el norte de Quintana Roo en México hasta Cayo Vivorillo en Honduras.

Forma de vida, hábitat y alimentación. Habita en las paredes de construcciones cercanas a la playa, en huecos de troncos y palmeras o bajo la corteza de estos. El ambiente es tropical, costero, un poco árido o con palmas de coco. Estas últimas son el refugio principal en lugares donde no hay construcciones. Se alimentan de invertebrados principalmente y aparentemente de otras lagartijas de menor tamaño. Lee (1996) reporta haber encontrado hormigas y escarabajos en los contenidos estomacales de algunos ejemplares de la Isla de Cozumel.

Los datos observados durante los trabajos realizados en la Isla de Cozumel por personal de ECOSUR-Chetumal nos indican que esta especie es particularmente abundante en varias localidades de esta entidad. Se llegó a observar hasta ocho ejemplares de esta especie en un solo árbol o palmera.

Estado de conservación y amenazas. El hábitat natural de esta especie se ha visto influenciado por el desarrollo de los centros vacacionales en la costa de Quintana Roo. Ya que esta especie se encuentra adaptada a la convivencia con el humano, el efecto aparentemente no ha sido fuerte, de hecho, es común verlo asociado a las construcciones con lámparas, alimentándose de los insectos que estas atraen. No se tiene información que nos indique algún efecto negativo entre el contacto de esta especie con el hombre, sería necesario realizar estudios para determinar si es que existe alguno.

[3] https://www.naturalista.mx/taxa/33565-Aristelliger-georgeensis consultado el 21 de mayo de 2020.

Iguana iguana[4] **(Sujeta a protección especial, No endémica).** Iguana verde. Los machos adultos de estas iguanas alcanzan entre 300 y 400 mm de longitud hocico-cloaca; las hembras tienden a ser más pequeñas, cerca de 100 mm menores que los machos. La cola es extremadamente larga, cerca de tres veces la longitud del cuerpo y es algo aplanada lateralmente. La cabeza es angosta, el hocico es redondeado en vista dorsal y truncado en vista lateral. Los ojos son algo grandes con pupilas verticalmente elípticas. Los brazos son robustos y poderosos con dedos provistos de poderosas uñas. El pliegue gular es conspicuamente grande en machos adultos y presenta escamas triangulares en los bordes dándole una apariencia de sierra.

Esta especie se distribuye desde el norte de Veracruz y Sinaloa hacia el sur hasta Centro y Sudamérica. De acuerdo a Lee (1996), la especie se distribuye desde Veracruz en la vertiente del Atlántico y desde Sinaloa por la del Pacífico hacia el sur a través del país hasta Centro América, dejando fuera los estados de Tamaulipas y Yucatán.

Forma de vida, hábitat y alimentación. Esta especie habita en selvas tropicales, manglares y en menor grado áreas áridas y semiáridas. Se encuentra casi siempre cerca de esteros y playas o en la rivera de ríos y lagunas, generalmente donde se encuentran troncos o ramas de árboles caídos sobre o cerca del agua. El hábitat varía dependiendo de la edad y la temporada en que se encuentren, los adultos acostumbran estar en sitios arbolados, mientras que los juveniles se encuentran con mayor frecuencia en el suelo cerca de sitios arbustivos o en el pasto cerca del agua.
Es predominantemente herbívora. Lee (1996), comenta sobre datos que indican que los juveniles pueden alimentarse también de material animal y luego se vuelven herbívoros completamente.

Reproducción. Es una especie ovípara, el apareamiento ocurre aparentemente en el invierno entre los meses de octubre a diciembre ya que se han encontrado hembras grávidas en los meses de enero, febrero y marzo. La anidación ocurre en los meses de febrero a mayo, para esto, se desplazan a las playas o sitios abiertos cercanos donde excavan un túnel en el cual depositan los huevos y salen por el lado opuesto. El tamaño de la nidada varia de entre 15 y 60 o más dependiendo del tamaño y edad de la hembra.

Estado de conservación y amenazas. Los factores de riesgo principales para esta especie son consecuencia de las actividades humanas ya que se ha observado que en algunas poblaciones se da una reducción de sus poblaciones y de su rango de distribución debido a una sobre explotación de éstas. Las condiciones del hábitat de la especie son variadas, las hay desde muy perturbadas hasta sitios perfectamente conservados. Se estima que

[4] https://www.naturalista.mx/taxa/33565-Aristelliger-georgeensis consultado el 21 de mayo de 2020.

actualmente la especie se ve afectada en la mayor parte de su distribución debido a la pérdida de la cobertura vegetal y la fragmentación de sus poblaciones, lo cual los hace vulnerables durante sus desplazamientos naturales durante la época reproductiva.

Thamnophis proximus[5] (**Amenazada, No endémica**). Culebra acuática. Es una serpiente rayada, delgada, de talla mediana y de costumbres semiacuáticas. La longitud hocico-cloaca en promedio es de cerca de 350 a 400 mm, la cola es larga cerca del 35% del tamaño del cuerpo. La cabeza es delgada y moderadamente distinta del cuello; los ojos son grandes con pupilas redondas. Las escamas dorsales están fuertemente quilladas, arregladas en 19 filas a la mitad del cuerpo, carecen de poros apicales. La placa anal es completa.

El fondo de la coloración dorsal es verde olivo. Tienen una línea vertebral clara amarilla o verde amarillenta que inicia detrás del margen de las escamas apriétales y se extiende a lo largo del cuerpo volviéndose indistinta en la cola. Una línea lateral amarillo claro o verde amarillenta está presente en las escamas 3 y 4.

Se encuentra distribuida desde América del Norte por la vertiente del Atlántico y desde Guerrero en la del Pacífico. Ambas vertientes se unen en la región del Istmo de Tehuantepec y se continúa su distribución hasta Centroamérica.

Forma de vida, hábitat y alimentación. Ocurre en una amplia variedad de hábitats, por lo general cerca de cuerpos de agua, tales como arroyos, lagos, estanques, pantanos, y acequias. Es una serpiente terrestre, ovovivípara y semiacuática que se alimenta de lombrices, cangrejos, lagartijas, peces, ranas y renacuajos.

Las condiciones del hábitat son variables a lo largo de su distribución, se pueden encontrar en zonas conservadas, perturbadas e inclusive en zonas urbanas.

Estado de conservación y amenazas. Posiblemente la contaminación y reducción de los cuerpos de agua tengan un efecto negativo en sus poblaciones pero no se ha documentado. De manera general, se estima que la reducción y fragmentación del hábitat, a gran escala, es un factor de riesgo para las poblaciones de esta especie, aunque no se conoce la magnitud.

Esta especie forma parte de los diferentes nivele tróficos en la cadena alimenticia. Forma parte de la riqueza de México, además de presentar características apropiadas para trabajos de sistemática y biogeografía. La poca información del comportamiento de las poblaciones en México, hace que los trabajos con esta especie sean prioritarios.

[5] http://enciclovida.mx/especies/27098 consultado el 21 de mayo de 2020.

Crocodylus moreletii[6] (**Sujeta a Protección Especial, No endémica**). Cocodrilo de pantano. Se distingue por ser de tamaño promedio menor entre 3 a 3.5 m y las crías al nacer entre 25 y 30 cm. La cabeza es aplanada y ancha, hocico relativamente corto y bastante redondeado en la punta. Su longitud es 1.5 a 1.7 veces el ancho basal.

Se tienen registros en los Estados de Chiapas, Campeche, Colima, San Luis Potosí, Tabasco, Tamaulipas, Quintana Roo, Yucatán, Veracruz y como una especie introducida en Sinaloa.

Forma de vida, hábitat y alimentación. El hábitat se ha descrito en forma general, considerándosele primariamente de agua dulce, la que consiste en pantanos, estanques o humedales, arroyos, ciénegas, lagunas, ríos de corriente lenta y raras veces en ríos caudalosos, existiendo algunos registros por parte de pescadores, que hablan de la presencia de este cocodrilo en aguas salobres. Se describe también que es frecuente encontrar a la especie en aguas con poca corriente o estancadas que pueden ser claras o turbias, con abundante vegetación, acuática enraizada o flotante y poco profundas.

Los individuos pequeños se alimentan de insectos caracoles, crustáceos y babosas. Los adultos consumen diferentes especies de mamíferos, aves, reptiles, anfibios y peces.

Reproducción. La temporada de reproducción se inicia en el mes de febrero y la anidación es hacia fines de abril o principios de mayo, al inicio de las lluvias. Anidan en pilas de vegetación, en donde ponen un promedio de 30 huevos. La incubación toma unos 75 días y los pequeños al nacer miden alrededor de 30 cm. Puede llegar a medir de 3 a 3.5m. El sexo se determina por la temperatura de incubación

Estado de conservación y amenazas. En esta especie se ha detectado diferentes factores que afectan su hábitat, aunque los principales son la fragmentación del mismo y la contaminación ambiental.

[6] http://enciclovida.mx/especies/27208-crocodylus-moreletii consultado el 21 de mayo de 2020.

Kinosternon scorpioides[7] (**Sujeta a Protección Especial, No endémica**). Tortuga pecho quebrado. Es una tortuga mediana a grande, con machos en algunas poblaciones excediendo los 205 mm de la longitud del caparazón, y las hembras excediendo los 180mm. La forma del caparazón es aproximadamente oval; los márgenes son distintamente ensanchados exteriormente en algunas poblaciones, pero solo ensanchados ligeramente o no ensanchados en otras. El caparazón es altamente variable en color que va de café claro a verde oliva o negro, con suturas más oscuras excepto en los individuos más obscuros. El plastrón tiene dos bisagras cinéticas, anteriores y posteriores a los escudos abdominales, y es cóncavo a plano en machos pero ligeramente convexo o plano en hembras.

Se ha reportado en los estados de Campeche, Chiapas, Oaxaca, Quintana Roo, San Luis Potosí, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán.

Forma de vida, hábitat y alimentación. Habita en cuerpos de agua permanentes, semipermanentes y temporales, se ha registrado en cavernas y en vegetación perturbada. Esta especie es aparentemente omnívora consumiendo principalmente insectos, además de anfibios y material vegetal.

Estado de conservación y amenazas. La destrucción del hábitat y la explotación del género Kinosternon, presenta una severa amenaza en las poblaciones de la especie.

Mamíferos

Las especies registradas en este grupo de fauna suelen moverse de un lugar a otro. Generalmente ubican sus hogares a grandes distancias de las zonas transitadas por las personas (zona urbana), podría decirse que son sensibles al ruido lo que les permite huir al momento percibir alguna actividad humana.

Algunas especies de fauna tienen cierto comportamiento, de acuerdo con Quintana *et al.* (2014)[8] propuso el término ámbito hogareño y lo definió como el área que los animales utilizan normalmente en sus actividades básicas de supervivencia. La cantidad de área que cada organismo recorre sobre el terreno corresponde a su tamaño corporal. Un ámbito hogareño debe ofrecer los recursos suficientes para que los individuos de una especie permanezcan dentro. En resumen, la perturbación o modificación del hábitat obliga a que las especies pasen por procesos de adaptación.

[7] https://www.naturalista.mx/taxa/39721-Kinosternon-scorpioidesi consultado el 21 de mayo de 2020.
[8]QUINTANA MORALES P. C., HERNANDEZ SALAZAR L. T. & MORALES MAVIL J. E. 2014. En Uso del Espacio en la Vida Animal. CONABIO. Biodiversitas, 114:8-12.

***Leopardus wiedii* (No endémica, Peligro de extinción).** Tigrillo. Felino de tamaño pequeño, cabeza pequeña, orejas cortas, erectas y con las puntas redondeadas, cola larga, gruesa y está cubierta con abundante pelo. El pelo es relativamente largo, suave y grueso. El patrón de coloración varía entre individuos, pero generalmente va de un gris mate a un intenso ocre rojizo en los costados, café pálido hacia la parte baja de los costados, con un tinte amarillo pálido en la parte del vientre y en la parte interna de las patas. Hay una gran variación en el patrón de motas, desde estrechas rayas hasta rosetas irregulares con anillos negros o café oscuro y su centro más oscuro que la coloración del dorso.

En México se distribuye en Campeche (Biósfera de Calakmul), en Chiapas (Reserva de la Biosfera de Montes Azules), Guerrero, en Jalisco (Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala), en Michoacán, Nayarit, Oaxaca, Quintana Roo (Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Ejido Caobas, Municipio. de Othón P. Blanco), San Luis Potosí, Sinaloa, Tamaulipas, Veracruz, y Yucatán (Zarza-Villanueva 2006)[9].

Forma de vida, hábitat y alimentación. El ocelote presenta una alta preferencia por ambientes húmedos conservados que se caracterizan por presentar una cobertura vegetal muy densa, como son los bosques tropicales perennifolios y caducifolios. Se refugia en árboles y entre lianas entre 7 a 10 m de altura. El ámbito hogareño se estima hasta 15,9 km^2 (Oliveira, 1998)[10]. En México el ámbito se estima en 1 a 4.1 km^2 (Carvajal-Villareal, et al 2012)[11].Con menor preferencia ocupa las zonas tropicales semiáridas de Yucatán, que se caracterizan por presentar una mezcla de sabana y bosque tropical caducifolio. El margay caza principalmente animales arborícolas.

Son organismos solitarios excepto en el apareamiento. Son los felinos de hábitos más arborícolas. Son principalmente nocturnos y raramente se les ve en el día, con radiotelemetría se ha observado que presentan una mayor actividad entre la 1:00 a 5:00am en Belice (Konecny, 1989). Se refugian en las ramas más altas y en los huecos

[9]ZARZA-VILLANUEVA H. 2006. Ficha técnica de *Leopardus wiedii*. En: Medellín, R. (compilador). Los mamíferos mexicanos en riesgo de extinción según el PROY-NOM-059-ECOL-2000. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto No. W005. México. D.F.

[10]OLIVEIRA, T. G. (1998). Leopardus wiedii. Mammalian species. En: VALLEJO, A. F. y CARRIÓN B. C. 2017. *Leopardus wiedii*. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. https://bioweb.bio/faunaweb/mammaliaweb/FichaEspecie/Leopardus%20wiedii, acceso 21 de mayo de 2020.

[11]CARVAJAL-VILLAREAL, S., CASO, A., DOWNEY, P., MORENO, A., TEWES, M. E., GRASSMAN JR, L. I. 2012. Leopardus wiedii. Mammalian species. En: VALLEJO, A. F. y CARRIÓN B. C. 2017. *Leopardus wiedii*. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. https://bioweb.bio/faunaweb/mammaliaweb/FichaEspecie/Leopardus%20wiedii, acceso 21 de mayo de 2020.

de los árboles. Durante la época de reproducción hacen un refugio a partir de la hojarasca en troncos huecos o en cuevas (Ceballos y Miranda, 2000; Oliveira, 1998).

Reproducción. La hembra pare una o dos crías (Oliveira *et al.,* 2015). Las crías empiezan a consumir comida sólida a las 7 a 8 semanas y alcanzan la madurez sexual a los dos años de edad.

Estado de conservación y amenazas. La principal amenaza del tigrillo es la pérdida de su hábitat, cientos de hectáreas de bosques tropicales son destruidos o fragmentados anualmente principalmente en el sureste mexicano debido a las actividades agrícolas y ganaderas (Oliveira, 1998).

***Potos flavus*[12] (No endémica, Protección especial).** Mico de noche. Prociónido con cuerpo robusto y piernas cortas. Pelaje denso, suave, de color café-dorado en las partes superiores; los individuos norteños son más pálidos que los sureños, varían de café-grisáceo en áreas secas a café oscuro en húmedas pueden presentar una línea media dorsal negra o café oscura bajo la columna vertebral; las partes ventrales son amarillo-cremosas o anaranjadas. Cabeza redondeada, ojos grandes redondos ubicados al frente con un brillo anaranjado por las noches hocico corto y puntiagudo con nariz rosa, orejas chicas y redondas a los lados de la cabeza, lengua larga y angosta, cola larga y prensil (carácter distintivo), extremidades terminadas en garras cortas y curvadas (Reid, 1997).

Su distribución en México es en los estados de Chiapas cerca de la estación Chajul en el límite Sur de la Reserva de Biósfera Montes Azules, en Guerrero, en Oaxaca, en Tabasco, San Luis Potosí, en Veracruz, en Yucatán y en Quintana roo (Zarza-Villanueva, Op- Cit.).

Forma de vida, hábitat y alimentación. Habita en todo tipo de bosque tropicales (selva alta perennifolia, selva baja caducifolia), bosques mesófilos de montaña, acahuales y zonas agrícolas (siempre y cuando haya árboles altos) y rara vez en palmares (Ford y Hoffman, 1988). Estrictamente nocturnos, arborícolas y rara vez bajan al suelo ya que se desplazan a través del dosel; se consideran solitarios, pero a veces se observan parejas o grupos cuando se alimentan en algún árbol; los machos son territoriales y a veces se llegan a presentar encuentros agresivos, marcan territorio y la copula se da sin un cortejo aparente.

Frugívoros se alimentan de higos, mangos, plátanos, etcétera, aunque complementan su dieta con néctar, flores e insectos; consumen 3 kg/mes de peso seco de fruta.

[12] https://www.naturalista.mx/taxa/41678-Potos-flavus consultado el 21 de mayo de 2020.

Reproducción. La madurez sexual ocurre al 1.5 años en machos y 2.25 en hembras, es una especie poliéstrica, el tiempo de gestación va de 98-120 días después del cual nace 1 cría (raramente 2) generalmente en la época seca (febrero y mayo); llegan a vivir hasta 23 años en cautiverio.

Estado de conservación y amenazas. Principalmente la deforestación y fragmentación del hábitat como consecuencia de la ganadería, agricultura y extracción ilegal de especies maderables, invasión de terrenos dentro de las reservas, así como incendios forestales; cacería furtiva ya que su piel es apreciada en la peletería (Reid, 1997), forma parte de la dieta de pobladores locales los cuales a su vez los tienen como mascota.

Procyon pygmaeus [13] (**En peligro de extinción, Endémico**). Mapache de Cozumel. Muy similar al mapache continental, con un cuerpo rechoncho y piernas cortas, dedos largos y angostos, cola corta con relación a la longitud del cuerpo con anillos negros (6 o 7). Cara con una máscara negra, color gris o ante claro en las partes superiores, la parte media dorsal gris claro con pelos ante, las partes ventrales son ante claro tornándose café hacía el interior; la principal diferencia con *P. lotor* es la diferencia de tamaño ya que es exterior y cranealmente menor y tiene dientes más pequeños.

Se encuentra en el municipio de Cozumel en el estado de Quintana Roo, México, aproximadamente a 18 km. al E de la Península de Yucatán, en la zona Oeste del Mar Caribe.

Forma de vida, hábitat y alimentación. Manglares, selvas bajas y plantíos de palma. Su hábitat está asociado a cuerpos o corrientes de agua. Son omnívoros, se alimentan de cangrejos, hormigas, lagartijas, frutos (*Manilkara achras, Pithecellobium spp.*) y hojas de pasto.

En la Isla de la Pasión se considera que existe una población residente que en julio de 1988 no era mayor de 20 individuos (Navarro y Suárez, 1989).

Estado de conservación y amenazas. Perturbación del hábitat, contaminación de las fuentes de agua, la caza y el envenenamiento por parte de los nativos debido a supuestos daños en los cultivos.

[13] https://www.naturalista.mx/taxa/41662-Procyon-pygmaeus consultado el 21 de mayo de 2020.

CAPÍTULO IV

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

1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA). 4
1.1 CRITERIOS PARA LA DELIMITACIÓN DEL SA. 4
2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL. 8
3 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL:ASPECTOS ABIÓTICOS. 8
3.1 CLIMA. 8
3.2 TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN. 10
3.3 VIENTOS Y HURACANES. 11
3.4 HIDROLOGÍA SUPERFICIAL. 14
3.5 HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA. 18
3.6 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA. 21
3.7 SUELO. 27
4 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL ASPECTOS BIÓTICOS. 30
4.1 TIPOS DE VEGETACIÓN: DESCRIPCIÓN DE LA VEGETACIÓN DEL SA. 30
4.1.1 Antecedentes 30
4.1.2 Resultados. 31
4.2 FAUNA: DESCRIPCIÓN DE LA FAUNA DEL SA. 43
5 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL PREDIO DEL PROYECTO: ASPECTOS ABIÓTICOS. 44
5.1 TOPOGRAFÍA. 44
6 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL PREDIO DEL PROYECTO: ASPECTOS BIÓTICOS. 47
6.1 CARACTERIZACIÓN DE LA VEGETACIÓN DENTRO DEL ÁREA DE ESTUDIO. 47
6.1.1 Antecedentes 47
6.1.2 Objetivos. 47
6.1.3 Área de estudio. 47
6.1.4 Metodología. 48
6.1.4.1 Diseño de Muestreo. 53
6.1.4.2 Parámetros considerados 53
6.1.4.3 Procesamiento de la información. 55
6.1.4.4 Análisis de diversidad de la vegetación. 55
6.1.4.5 Indicadores de Diversidad. 55
6.1.4.6 Indicadores de Estructura 56
6.1.4.7 Parámetros específicos. 57
6.1.5 Resultados. 57
6.1.5.1 Descripción de la vegetación 61
6.1.6 Discusión y conclusión. 92
6.1.7 Recomendación 93
6.2 FAUNA. 93
6.2.1 Introducción. 93
6.2.2 Objetivos. 95
6.2.3 Situación Actual y Problemática. 95
6.2.4 Metodología. 95
6.2.5 Resultados. 113
6.2.6 Especies de reptiles en la NOM-059-SEMARNAT-2010. 120
6.2.7 Discusión. 138

6.2.8 Conclusiones. 140
6.2.9 Recomendaciones. 140
7 PAISAJE. 141
7.1 EVALUACIÓN DEL PAISAJE. 142
7.2 ZONIFICACIÓN DEL ÁREA UTILIZABLE E IDENTIFICACIÓN DE ZONAS FRÁGILES. 149
8 DIAGNOSTICO AMBIENTAL. 151
9 MEDIO SOCIOECONÓMICO. 152
9.1 JUSTIFICACIÓN. 152
9.2 POBLACIÓN. 152
9.3 POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA (PEA). 152
9.4 VIVIENDA 153
9.5 SALUD Y SEGURIDAD SOCIAL. 154
9.6 ASPECTOS URBANOS. 154
10 ACTIVIDADES PRODUCTIVAS. 155
10.1 TURISMO. 155
11 APÉNDICE 1: LISTADO POTENCIAL DE FAUNA 157
12 APÉNDICE 2: LISTADO DE FAUNA SILVESTRE REGISTRADO EN EL PREDIO 180
13 APÉNDICE 3: CATÁLOGO FOTOGRÁFICO DE FAUNA 184

1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA).

En este capítulo se describirá y se analizará el Sistema Ambiental delimitado para el proyecto "**Condominio K'iino**". La información que se presenta en este apartado, es el resultado de una prospección del área donde se construirá el proyecto y su área de influencia inmediata, así como del Sistema Ambiental.

Por otra parte, se presenta la integración del Sistema de Información Geográfica para la delimitación del Sistema Ambiental, el cual implicó técnicas de análisis espacial, fotointerpretación de imágenes aéreas, ortofotomosaicos e imágenes satelitales, con el cual se realizó la caracterización espacial del Sistema Ambiental del proyecto.

1.1 CRITERIOS PARA LA DELIMITACIÓN DEL SA.

El Sistema Ambiental (SA) del proyecto se refiere al área en torno a éste que puede influenciar al proyecto y ser influenciada por el mismo de manera indirecta. Conforme a lo anterior, se describen los criterios considerados para el establecimiento de los límites de este sistema para el proyecto:

- **Localización del proyecto:** El predio de interés corresponde al polígono A del lote 57-10, Plan Maestro Cozumel Country Club, ubicado en el km 6.2 de la Carretera costera Norte, zona hotelera Norte del Municipio de Cozumel, Estado de Quintana Roo.

- El predio cuenta con una superficie total de 12,724.61 m^2 de acuerdo con el plano topográfico del predio.

- **Instrumentos de planeación:** Para la delimitación del Sistema Ambiental (SA) se consideraron los límites de las Unidades de Gestión Ambiental del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Cozumel (POEL), publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo el 21 de octubre de 2008.

- **Componentes del paisaje:** A partir de la fotointerpretación de imágenes áreas y satelitales, se construyó el mapa de vegetación y uso de suelo, el cual permitió construir los límites para el componente ambiental terrestre. La asignación de los atributos o la clasificación de los elementos, se llevó a cabo a partir de los resultados obtenidos de la prospección de campo, los cuales coinciden con otros estudios que se han realizado en la zona del proyecto.

Para la delimitación del Sistema Ambiental, se hizo uso del Software ArcMap 10.6.1, en el cual se realizó la sobreposición de una imagen de satélite obtenida de la plataforma de ArcgisOnline, World Imagery 2018 y Sentinel 2.

El polígono que resultó como SA con base a lo mencionado se muestra en la siguiente imagen (Figura 1). Considerando lo anterior, los límites contemplados para el sistema ambiental fueron los siguientes, casi todos se correspondieron a los límites de otras unidades de gestión ambiental del POEL de Cozumel (2008):

- Límite Norte: Con UGA´s C2 y A9.
- Límite Sur: Con UGA ZF1
- Límite Este: Con UGA C3
- Límite Oeste: Con UGA A1

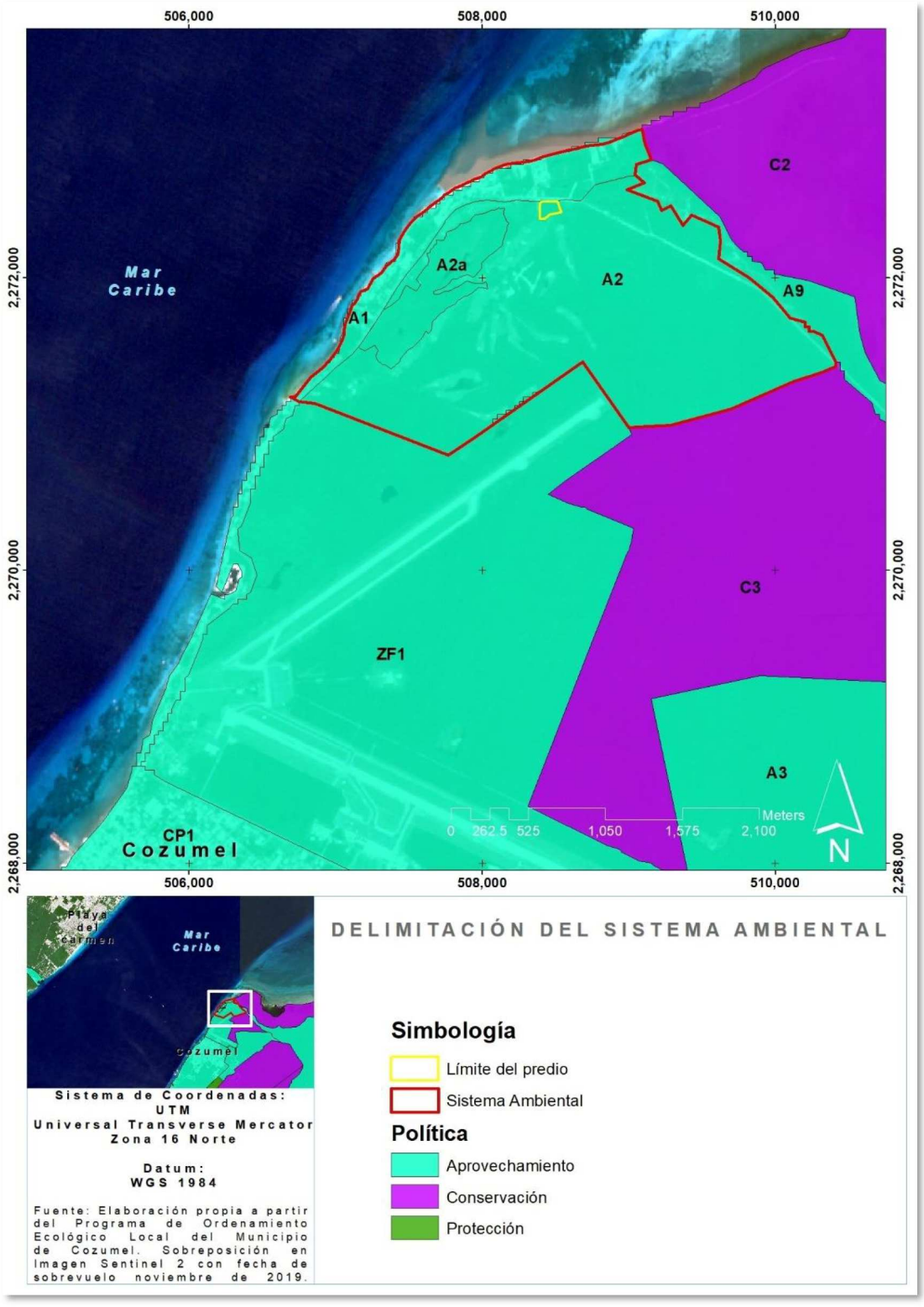


Figura 1. Delimitación del Sistema Ambiental con base al Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Cozumel.

De esta manera queda delimitado el SA para el proyecto, como se muestra en la figura 2. Considerando los límites establecidos para términos de análisis del SA, este contempla únicamente la zona terrestre con una superficie de 4,445,635.81 m^2 (444.56 ha).

Figura 2. Sistema Ambiental.

En cuanto a las condiciones ambientales y de infraestructura del SA este se encuentra cercano al centro de Población de Cozumel en donde el crecimiento urbano es notorio y la condición de la vegetación ha sido fragmentada hasta cierto punto.

2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL.

La caracterización y análisis de los componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos del SA del proyecto **"Condominio K'iino"** se realizó a partir del análisis de información bibliográfica y recursos electrónicos. Los parámetros seleccionados para la caracterización y análisis del SA, responden a las características geográficas y geológicas de la zona donde se ubica el proyecto.

3 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL: ASPECTOS ABIÓTICOS.

3.1 CLIMA.

El Estado de Quintana Roo está situado dentro de la zona intertropical que le brinda condiciones particulares como un régimen climático de tipo cálido subhúmedo, característico en toda la Península de Yucatán, aunque son importantes los factores locales como la influencia marina por la cercanía del Mar Caribe al este y con el Golfo de México al norte y oeste. La reducida elevación sobre el nivel del mar y la ausencia de prominencias orográficas que puedan causar modificaciones importantes en los rasgos macro climáticos permite que la influencia marina se extienda sobre prácticamente toda la península.

De acuerdo con INEGI el 99% de la superficie del estado de Quintana Roo presenta clima cálido subhúmedo y el 1% cálido húmedo, localizado en la isla de Cozumel.

De acuerdo con la Carta de Climas de la Península de Yucatán (CONABIO 1998), basada en la clasificación de Köppen modificada por Enriqueta García (2004), al predio del proyecto le corresponde un tipo de clima Am (f) (Figura 3).

Am(f). Cálido húmedo, temperatura media anual mayor de 22ºC y temperatura del mes más frío mayor de 18ºC. Precipitación del mes más seco menor de 60 mm; lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal mayor al 10.2% del total anual.

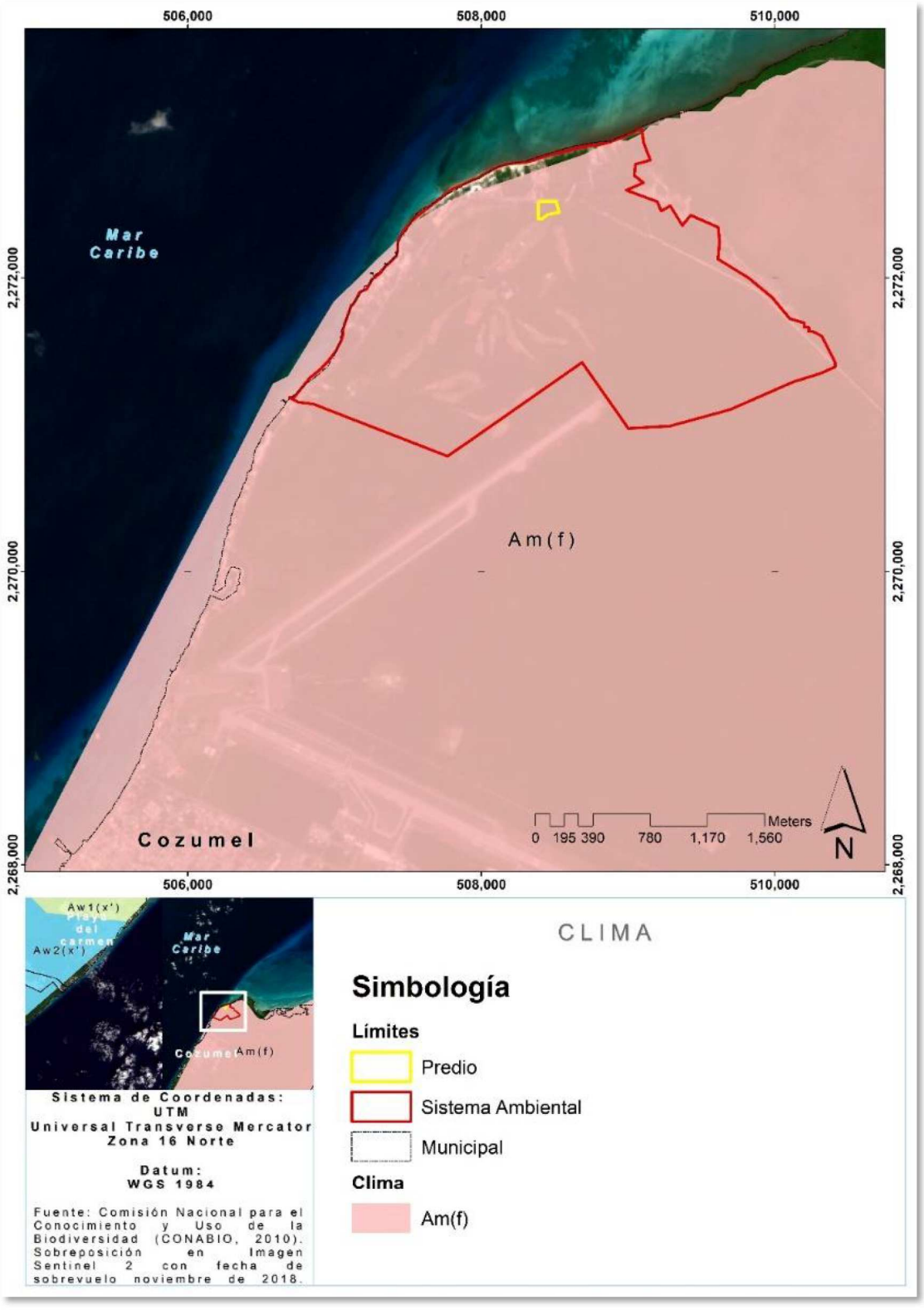


Figura 3. Clima del área de estudio.

3.2 TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN.

De acuerdo con el servicio meteorológico nacional y la estación meteorológica 23048 de Cozumel se tiene en el siguiente cuadro los datos de temperatura y precipitación del último año (2019).

Se observa que, en temperatura, el mes más caluroso fue agosto con 32.4°C y el más frío fue el mes de enero con 25.7°C. En precipitación, el mes con más lluvias fue octubre con 222.00 mm y el más seco fue mayo con 22.10 mm.

Cuadro 1. Datos de temperatura y precipitación del año 2019, de acuerdo con los datos proporcionados por la CONAGUA estación 23048 Cozumel.

	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
	Temperatura (°c)											
2019	25.7	28.3	28.5	30.3	31.1	31.4	32.2	32.4	30.7	29.1	27.1	25.8
	Precipitación (mm)											
2019	148.4	52.4	34.9	111.9	22.1	30.1	22.9	102.8	150.9	222.0	278.6	93.6

En la figura siguiente se presenta el diagrama ombrotérmico que representa de manera gráfica el comportamiento de la temperatura y la precipitación a lo largo del periodo que comprende 1991 a 2019.

La precipitación promedio anual para el periodo 1991-2019 fue de 1,248.90 mm, siendo el mes de octubre el más lluvioso con 220.9 mm, mientras que el mes con menor precipitación fue marzo con 45.80 mm.

En cuanto a la temperatura, y de acuerdo a los registros, para el periodo 1991- 2019 se reportó el mes de agosto como los más caluroso reportando una temperatura media mensual de 30.00°C, de manera contrastante enero presentó la temperatura más baja con una media mensual de 24.90°C.

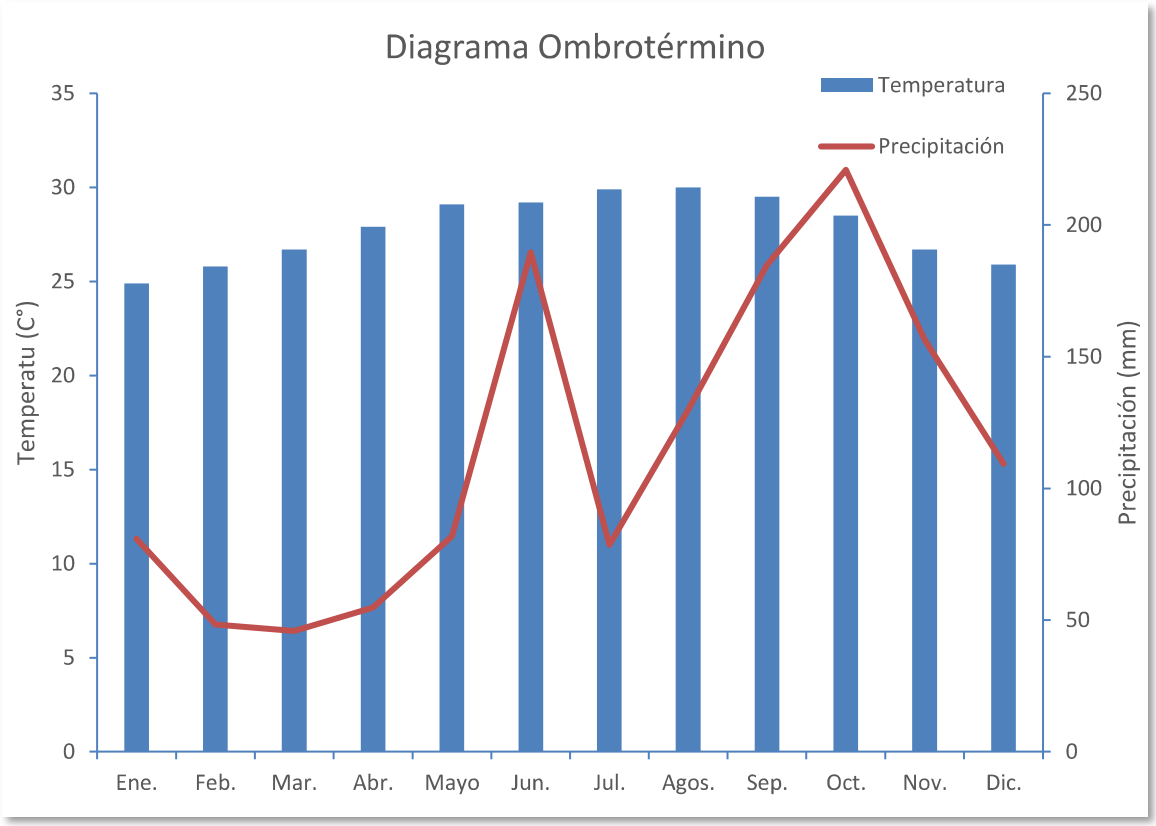


Figura 4. Diagrama ombrotérmico de la estación meteorológica 23048 de Cozumel para el periodo 1991 al 2019 (Fuente: Datos de la CONAGUA de la estación meteorológica).

3.3 VIENTOS Y HURACANES.

El estado de Quintana Roo, así como el SA definido para el proyecto es impactado por varios eventos climatológicos: huracanes, tormentas tropicales, nortes, y suradas o surestes.

Los huracanes son frecuentes durante la última parte del verano y el comienzo del otoño (agosto-octubre e incluso noviembre). Cuando se generan estas perturbaciones atmosféricas afectan a las costas de Quintana Roo. Los fuertes vientos, el oleaje generado por los mismos y las ondas de tormenta que elevan considerablemente el nivel del mar causan con regularidad efectos destructivos en los ecosistemas costeros. Los vientos generados por estos fenómenos suelen alcanzar velocidades superiores a 120 nudos (222 km/h). Los huracanes son eventos climatológicos susceptibles de impactar cada año el sistema ambiental. En retrospectiva, los huracanes más importantes que han afectado el SAR durante los últimos 30 años son: Gilberto (1988), Roxana (1995), Emily y Wilma (2005) y Dean (2007). El huracán "Wilma", junto con "Gilberto", han sido catalogados como algunos de los eventos hidrometeorológicos más intensos registrados en el hemisferio tropical occidental y que provocaron graves daños durante su desplazamiento por la Península de Yucatán. Dependiendo de su intensidad generan fuertes vientos que en ocasiones alcanzan velocidades de hasta 300 km/h.

Los Nortes son masas de aire húmedas y frías que provienen del norte del Océano Atlántico, así como del continente y que alcanzan altas velocidades. Provocan grandes descargas de agua acompañadas de vientos hasta de 100 km/hr, lo que hace descender la temperatura local considerablemente. Estos fenómenos se presentan en los meses de noviembre a febrero, y eventualmente hasta marzo. Las suradas o surestes son tormentas que se desplazan con dirección al norte y afectan principalmente la costa con vientos fuertes generalmente acompañados de precipitación abundante.

La isla se encuentra en la trayectoria de los ciclones que se forman en el Atlántico por las causas ya mencionadas durante los meses de junio a noviembre, pero con mayor incidencia en agosto y septiembre. Esos ciclones, que pueden desarrollarse en tormentas tropicales o huracanes, dependiendo de la intensidad de sus vientos, ingresan en el Caribe y siguen una trayectoria predominante hacia el oeste-noroeste, siendo la costa de Quintana Roo el lugar de México con mayor riesgo de afectación (Jáuregui *et al*., 1980). De hecho, Cozumel fue la localidad afectada por un mayor número de ciclones (8) y con un tiempo de recurrencia menor (1 ciclón cada 14 años); teniendo en cuenta la serie temporal de 1871-1978.

Los Informes de ciclones tropicales del Centro Nacional de Huracanes (National Hurricane Center por sus siglas en Ingles) contienen información completa sobre cada ciclón tropical, incluida la historia sinóptica, las estadísticas meteorológicas, las víctimas y los daños, y la mejor trayectoria posterior al análisis (posiciones e intensidades de seis horas). Los ciclones tropicales incluyen depresiones, tormentas y huracanes. En la siguiente figura se muestra aquellas que se han presentado recientemente en el área de estudio (Figura 5). Donde, se puede observar que el más reciente se presentó en el año 2011, que corresponde a una tormenta tropical de nombre Rina.

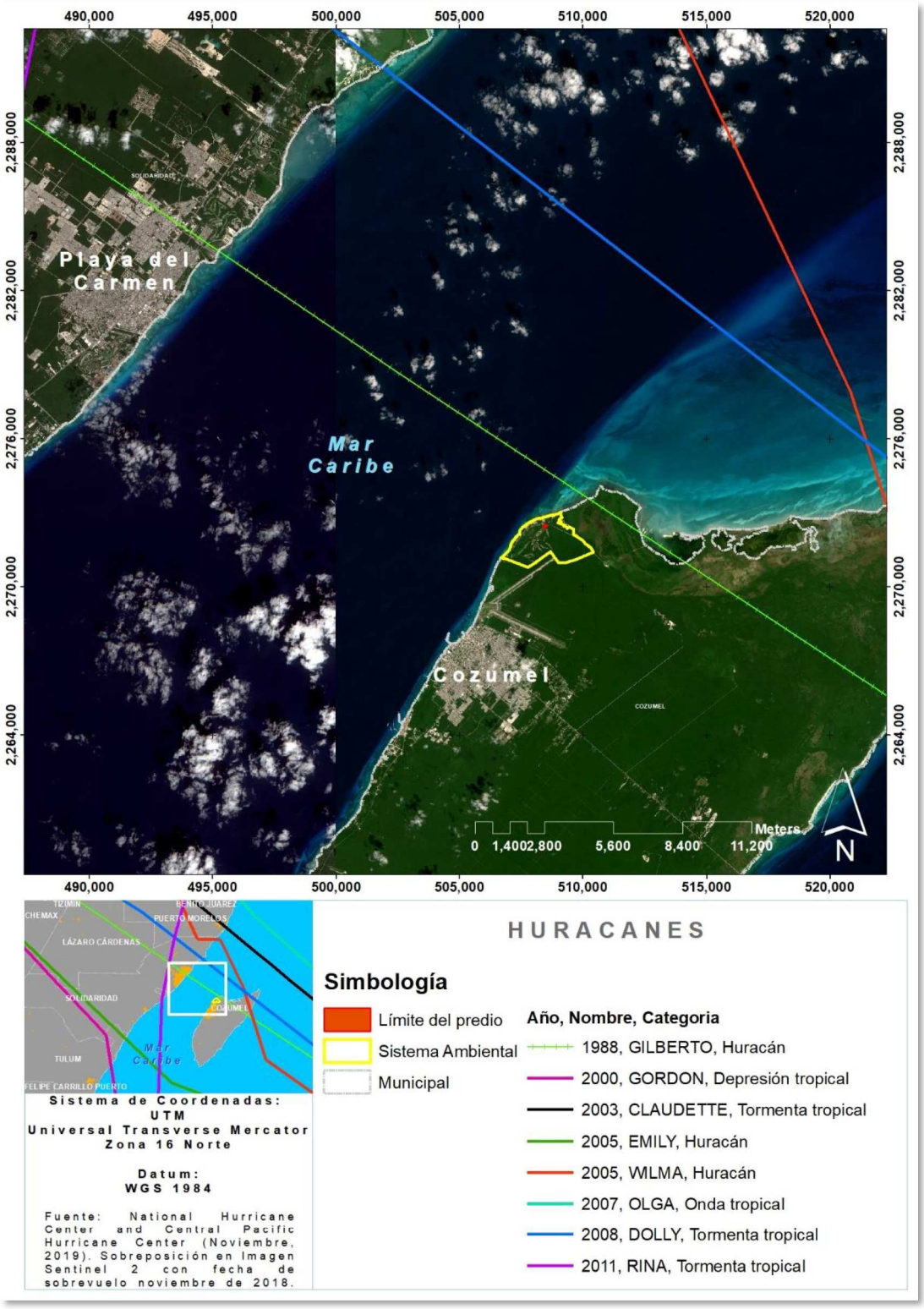


Figura 5. Mapa de fenómenos meteorológicos acontecidos en el área cercana al predio del proyecto (Fuente: National Hurricane Center And Central Pacific Hurricane Center, 2019).

Independientemente de que se trate de huracán, tormenta tropical, surada o norte, estos fenómenos son importantes agentes en la modificación de las Costas de Quintana Roo y contribuyen al proceso de erosión de las playas en el Estado. La fuerza del embate ocasiona muertes en la flora y fauna del litoral. Estas pérdidas además se presentan en extensiones considerables. Las comunidades vegetales costeras, en particular la duna y el manglar sufren rupturas, desgajamiento y "quemaduras" por sal marina, de tal forma que se modifica temporalmente el paisaje.

Como un efecto secundario, los huracanes generalmente desprenden gran cantidad de árboles y arbustos produciendo cientos de toneladas de material vegetal combustible, lo que puede generar incendios de grandes proporciones una vez que llega la temporada de estiaje, situación que aconteció en algunas partes del sistema después del paso del huracán Emily y Wilma principalmente. Otros autores señalan que en las zonas con vegetación la mayor parte del daño incide en la defoliación cercana al 100% de árboles y plantas del sotobosque cayendo en promedio 4.5 toneladas/hectárea de hojas. La densidad de árboles puede disminuir hasta en un 33%, significando un decremento del 12% en el área basal. Los árboles de diámetro pequeño son derribados en su mayoría, mientras que los árboles de las clases diamétricas más grandes sobreviven. El promedio de alturas para los árboles entre 3 y 8 m puede disminuir hasta en un 6%, y para los árboles entre 8 y 16 m disminuye en un 9%. La densidad de plantas del sotobosque también disminuye hasta en un 51% y la cobertura tiene un decremento de 70%. La riqueza específica también disminuye (Sánchez - Sánchez e Islebe, 2012)[1].

Estos eventos meteorológicos afectan la dinámica costera de Quintana Roo, tanto a nivel geomorfológico como biológico. Por las características que presentan las costas del estado, las fuerzas de un huracán son suficientemente grandes como para modificar su morfología, aunque la magnitud y permanencia de estas modificaciones se determina en mucho por la densidad y la resiliencia de la cobertura vegetal asociada a la franja costera.

3.4 HIDROLOGÍA SUPERFICIAL.

En el contexto regional, si bien es cierto que la región Península de Yucatán se caracteriza por la suficiencia en disponibilidad de agua, también lo es que el uso racional y sustentable para la preservación del recurso es una obligación de quienes habitamos en este territorio.

La Región Hidrológica 32, Cuenca 32A Quintana Roo, la cual ocupa 31 % de la superficie estatal e incluye prácticamente toda la zona norte del estado, así como

[1] RAMIREZ B. P., ISLEBE G. A. & TORRESCANO V. N. 2012. **Perturbación Post-Huracán Dean En El Hábitat Y La Abundancia Relativa De Vertebrados Mayores De La Selva Maya, Quintana Roo, México.** Red Biología y conservación de vertebrados, Instituto de Ecología, A. C. Carretera Antigua a Coatepec 351, El Haya, 91070 Xalapa, Veracruz, México. El Colegio de la Frontera Sur. Avenida Centenario Km. 5.5, 77014 Chetumal, Quintana Roo, México.

las Islas Cozumel, Mujeres y Contoy; recibe una precipitación anual que va desde 800 mm en el Norte a más de 1,500 al Sureste de la cuenca, presentando un rango de escurrimiento de 0 a 5 % que la abarca prácticamente toda la porción continental, excepto las franjas costeras que tienen de 5 a 10 % o 10 a 20% debido a la presencia de arcillas y limos.

De manera general el Municipio de Cozumel, el sistema ambiental y el área de estudio, se ubican en la región hidrológica Yucatán Norte (RH32) la cual se localiza en el extremo norte del estado de Quintana Roo (Diario Oficial de la Federación, 2013)[2]. Esta región abarca 56 443 km², distribuidos entre los tres estados de la Península de Yucatán. La parte norte ocupa 31.77 % de Quintana Roo; sus límites son: al norte el Golfo de México, al este el Mar Caribe, al sur la Región Hidrológica Yucatán Este, y al oeste el estado de Yucatán, hacia donde se extiende. Al mismo tiempo, esta región se caracteriza por presentar una precipitación promedio que va de 800 mm en el norte a más de 1,500 mm al sureste de la cuenca y con un rango de escurrimiento de 0 a 5% en casi toda la superficie, excepto en las franjas costeras que tienen de 5 a 10% o 10 a 20% debido a la presencia de arcillas y limos (Figura 6).

En esta cuenca no existen corrientes superficiales, así como tampoco cuerpos de agua de gran importancia; sólo pequeñas lagunas como la de Cobá, Punta Laguna y La Unión, así como lagunas costeras como la de Conil, Chacmochuch y Nichupté. La temperatura media anual es de 26 °C con una precipitación que va de 800 mm en el Norte a más de 1,500 mm al Sureste y con un rango de escurrimiento de 0 a 5 % que la abarca prácticamente toda, excepto en las franjas costeras que tienen de 5 a 10 % o 10 a 20 % debido a la presencia de arcillas y limos (INEGI, 2002)[3].

[2] Diario Oficial de Federación. 2013. **ACUERDO por el que se dan a conocer los estudios técnicos de aguas nacionales subterráneas del acuífero isla de Cozumel, clave 2305, Estado de Quintana Roo.** < http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5299571&fecha=21/05/2013> (Consultado el 19 de mayo de 2020)

[3] *SARH, Código de Cuencas y Subcuencas de las Regiones 31, 32, 33. 1:500,000. Inédito. En: INEGI, 2002. Estudio Hidrológico del Estado de Quintana Roo. México, 79 p.*

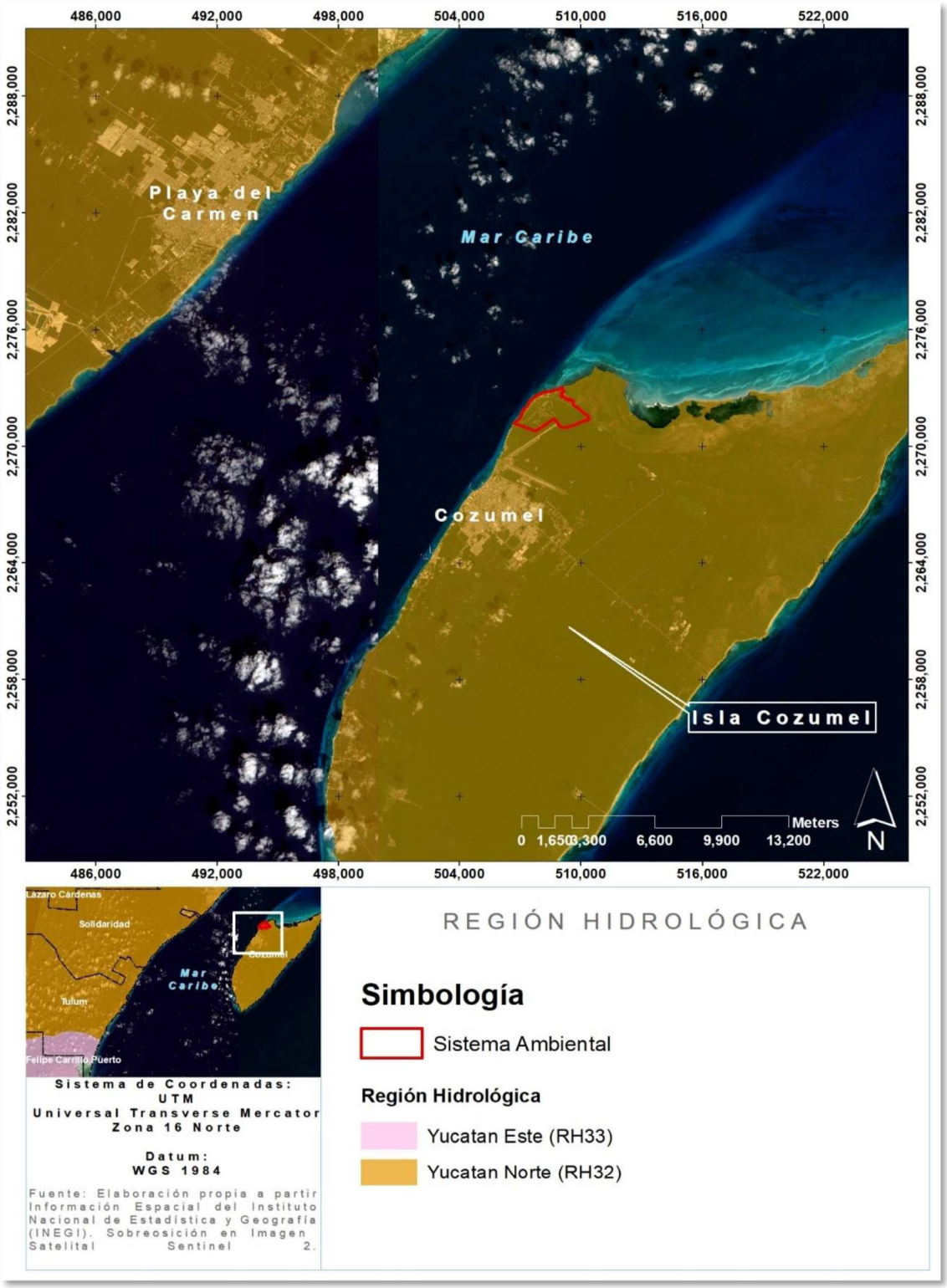


Figura 6. El SA se encuentra en la Región Hidrología 32, denominada Yucatán Norte.

Debido a la topografía plana y a la alta permeabilidad que predomina en la Isla, no se han desarrollado corrientes superficiales; el agua que se precipita en la superficie

del terreno se infiltra rápidamente o se acumula en las zonas de inundación, al norte y sur de la isla o en pequeños estanques temporales (Diario Oficial de la Federación, *Op. Cit.*).

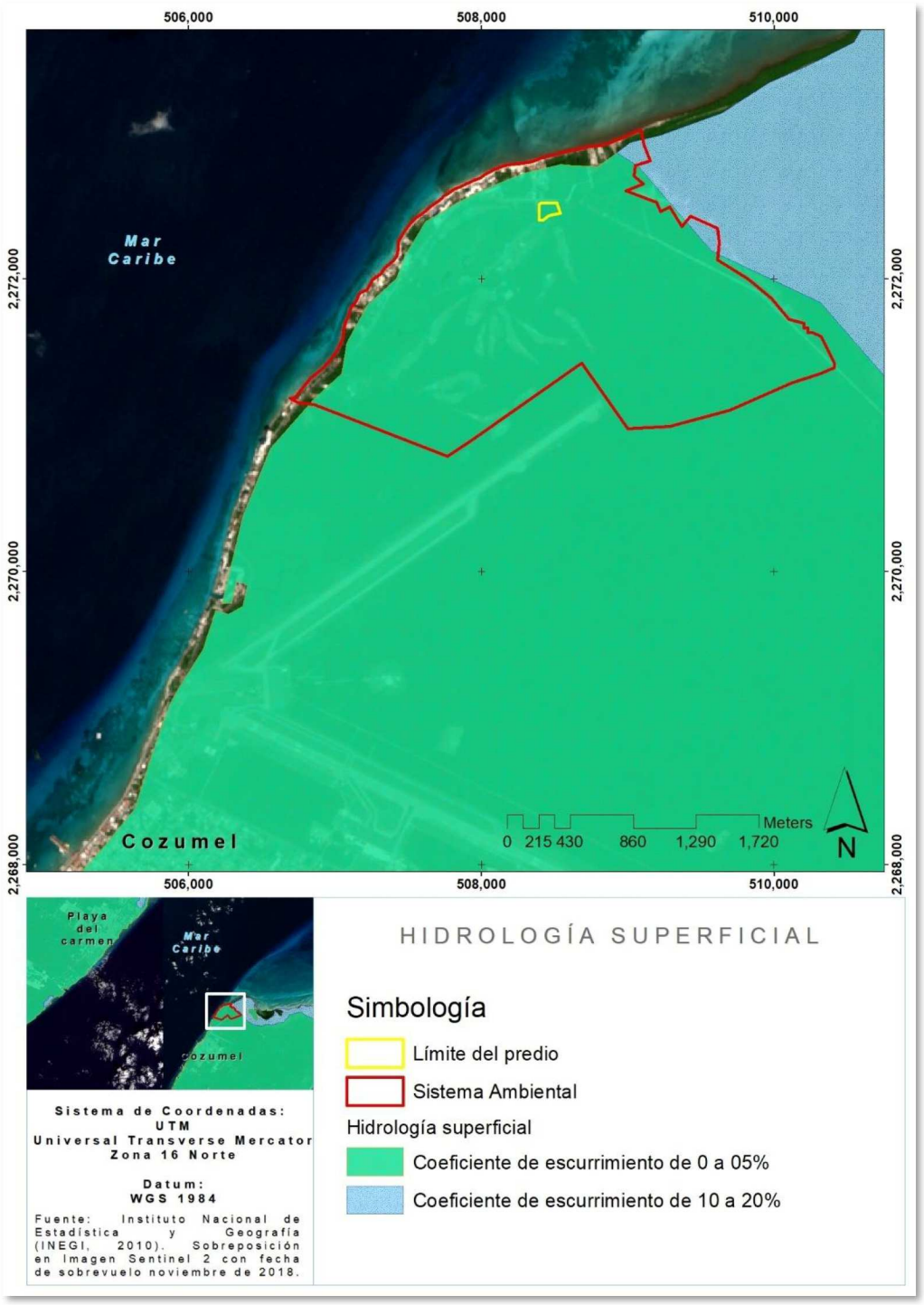


Figura 7. Mapa de la hidrología superficial donde se ubica el área de estudio.

En la isla de Cozumel no existe evidencia de ríos o arroyos de caudal considerable para desembocar en el mar; esto es debido al elevado contenido cárstico y a la delgada capa de suelo superficial, que facilita la rápida absorción del agua de lluvia hacia el subsuelo. Sin embargo, esta situación favorece a su vez una circulación hidráulica subterránea que ha generado en toda la isla un sistema de cavidades o cavernas, algunas de las cuales afloran hacia la superficie, en los llamados cenotes. No obstante, lo anterior, dentro del Fundo Legal podemos encontrar algunas áreas inundadas sobre zonas en donde la saturación de la arcilla en conjunción con la roca aflorante ha logrado disminuir la filtración rápida del agua. Sin embargo, estas inundaciones son temporales desapareciendo en los meses críticos de sequía (PDDU Cozumel, 2005).

Las características geológicas de la Isla de Cozumel, estructurada por rocas calizas de alta permeabilidad, limita la formación de corrientes superficiales, ya que el agua de lluvia que se precipita se infiltra rápidamente al manto freático. El grado de escurrimiento superficial es casi nulo, sin embargo, existen lagunas costeras localizadas en el extremo sur y norte de Cozumel (Lesser, et al., 1978, Franquesa, et al., 2007).

3.5 HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA.

Dentro de un panorama general del agua subterránea, el acuífero del estado de Quintana Roo es de tipo costero, se encuentra en rocas calizas del terciario y cuaternario y depósitos de litoral de este último periodo, con permeabilidad alta en material consolidado en la mayor parte de la entidad. Se trata de un acuífero de tipo freático con marcada heterogeneidad respecto a sus características hidráulicas. La mayor parte de la superficie del estado, son de llanuras que presentan notable desarrollo cárstico al que debe su gran permeabilidad secundaria, manifestándose en la superficie en forma de cenotes.

Se estima que existen alrededor de 7,000 cenotes sobre toda la península y, de acuerdo a las exploraciones realizadas desde la década de los 80´s a la fecha, han sido explorados más de 100 sistemas de cuevas y más de 550 km de pasajes inundados en el área que se encuentra entre Puerto Morelos y la Reserva de la Biósfera de Sian Ka´an.

Con base en los resultados de las exploraciones se pueden mencionar los siguientes aspectos:

1) Existe un lente de agua dulce en toda la península y una capa de agua salada por debajo que soporta este lente.
2) Hacia el centro de la península se mueve un lente de agua dulce más profundo, mientras que en la costa de la Riviera Maya el agua dulce fluye a través de los ríos subterráneos y descarga al Mar Caribe, siendo más notable en las caletas.
3) Existe un importante flujo de agua salada hacia el interior del continente a través de los niveles más profundos en los sistemas cavernarios.

En Cozumel, casi la totalidad del subsuelo forma parte del acuífero subterráneo, que está formado por una gran lente de agua dulce que flota por su menor densidad sobre una de agua salada, por lo que la mayor parte de la isla es considerada como un acuífero del tipo libre de aguas freáticas (Lesser, 1978; CAPA, 2002, citados por Franquesa, et al., 2007).

La conservación de este acuífero es de suma importancia, ya que representa el único sustento de agua dulce para la población de Cozumel y para la comunidad biótica que habita en la isla.

La parte de mayor recarga y grosor del acuífero es la zona centro de la Isla, en donde se ubica la Reserva Estatal de selvas y humedales de Cozumel.

El agua que se infiltra fluye hacia la costa a través del subsuelo de manera radial hasta llegar al mar. Este acuífero nutre de agua a las zonas inundables y las lagunas costeras presentes en Cozumel, agua que posteriormente termina por mezclarse con la influencia marina (Franquesa, et al., 2007).

La interface salina se encuentra entre los 15 y 23 m en su parte central, pero el grosor de la lente de agua dulce disminuye hacia la costa hasta alcanzar un valor de 0 m, debido a esto los pozos para el aprovechamiento de agua se localiza en en la parte central, dentro del polígono del ANP de selvas y humedales de Cozumel, lo que hace evidente la importancia de realizar un aprovechamiento sustentable del acuífero, pues de lo contrario podría provocar un incremento de la salinidad del subsuelo que afectaría severamente a la vegetación que reside en la Reserva (Franquesa, et al., 2007).

Un estudio realizado para conocer la calidad de agua subterránea de los pozos ubicados en la zona de mayor uso de agua dulce en Cozumel, señaló que la zona centro-norte es un área importante con buena calidad de agua dulce por la baja conductividad eléctrica y cloruros que presentó (figura 8. Además, corroboró que el comportamiento de algunas variables fisicoquímicas del acuífero, dependen de los cambios estacionales (Coronado-Álvarez, et al., 2011).

El modelo conceptual del acuífero de la zona de estudio es el siguiente: el acuífero es de tipo libre en su mayor extensión, y en la costa se encuentra confinado y prueba de ello es la existencia de manantiales en las lagunas costeras y en el mar. El acuífero se recarga con el agua de la lluvia que infiltra por medio de las grietas y fracturas del terreno, fluye por medio de los poros y cavidades, y descarga en las lagunas costeras y mar. Se considera que su porosidad es de tipo dual, es decir, que el agua fluye tanto por medio de los poros de la matriz rocosa, como a través de las grietas, fracturas y conductos de disolución. Por tanto, la velocidad del flujo varía, dependiendo si ésta se mide en zonas preferenciales de fracturas y conductos de disolución o en el medio matricial poroso. El nivel estático está entre 1 y 5 m, el espesor saturado de agua dulce del acuífero es más grueso hacia el centro de la isla adelgazándose en los extremos, en donde se ubica el sistema ambiental. La

interfase salina se encuentra entre los 15 y 23 m en su parte central, pero el grosor de la lente de agua dulce disminuye hacia la costa hasta alcanzar un valor de 0 m.

El INEGI caracteriza al predio como material consolidado con posibilidades altas de comportarse como un acuífero (Figura 8).

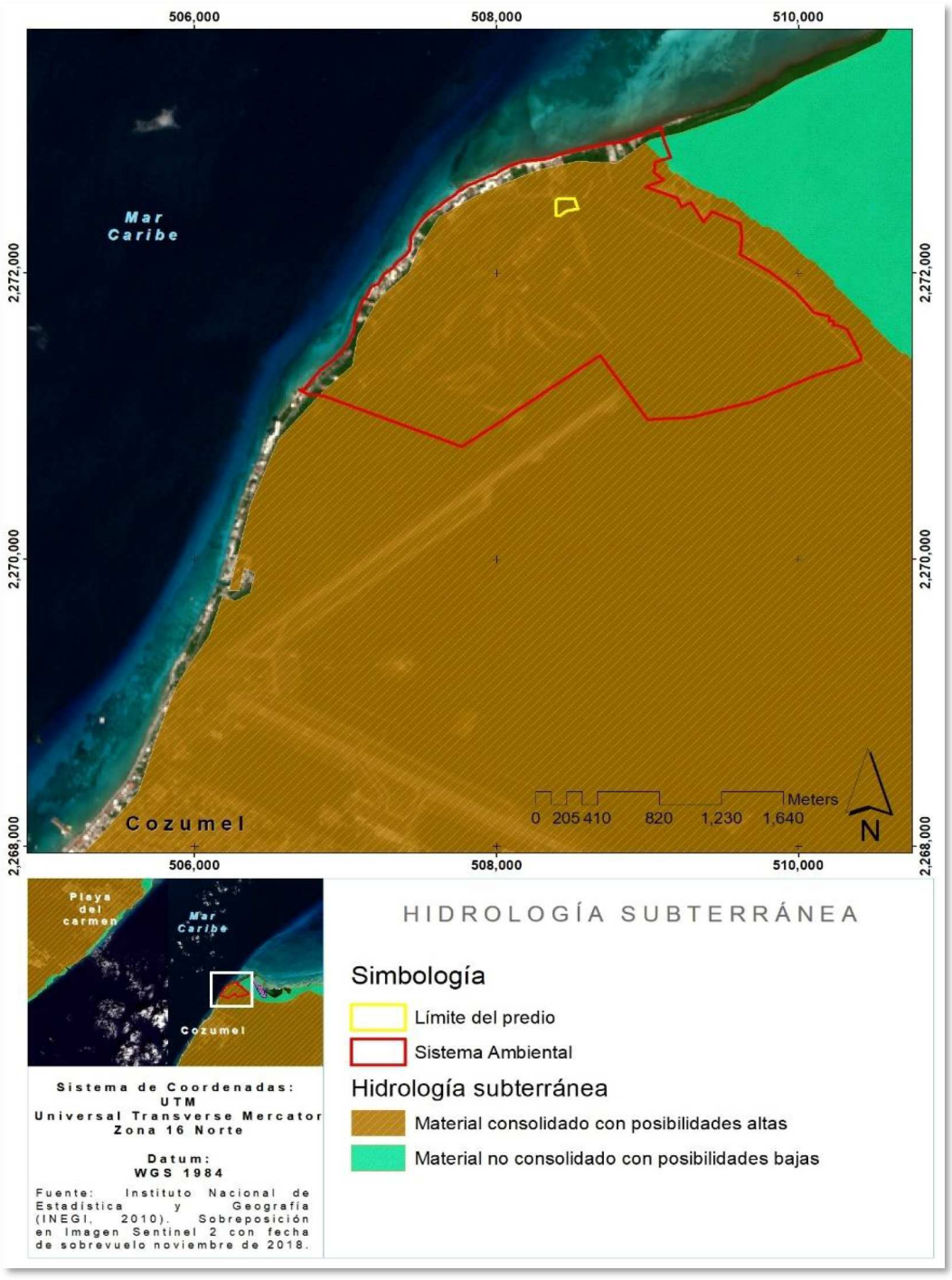


Figura 8. Mapa de hidrología subterránea del área de estudio.

3.6 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA.

Las características geológicas y la evolución del estado de Quintana Roo están estrechamente relacionadas con la historia de toda la Península de Yucatán. La composición geológica superficial consiste en rocas sedimentarias (carbonatos autogénicos y anhidritas).

Es importante mencionar que la península se formó por sedimentación calcárea, encontrándose en un principio cubierta por un mar de poca profundidad, que fue emergiendo poco a poco, unos centímetros cada siglo, adquiriendo una forma de relieve plana, con escasa elevación sobre el nivel del mar y una ligera inclinación general de sus pendientes y de sus leves contrastes topográficos. Las unidades litológicas del estado están compuestas por rocas sedimentarias originadas desde el Terciario (Paleoceno) hasta el Cuaternario, aflorando las más antiguas en el suroeste y conforme se avanza rumbo al norte y este se van haciendo más jóvenes. La litología del estado está formada principalmente por calizas, yesos, margas y dolomitas, de una edad que varía del Terciario al Cuaternario, predominando las calizas en el Terciario.

En Cozumel no existe indicación de que su origen se deba a un proceso de acumulación de calizas arrecifales sobre fallas subsidentes, como sucede en el caso de Banco Chinchorro y los Atolones del Complejo Beliceño. Probablemente el origen de la isla corresponde a un desprendimiento del margen oriental de la península durante la formación de la cuenca de Yucatán, entre el Mesozoico Tardío y el Cenozoico Temprano (Jordán, 1988 citado por el Programa de Manejo Parque Nacional Arrecifes de Cozumel, 1998). En la isla se presenta una topografía de tipo kárstica, que produce la infiltración del agua pluvial provocando el colapso de techos de cavernas y formando depresiones pedregosas conocidas como dolinas o cenotes. En Cozumel tanto los cenotes como las dolinas son de tamaño pequeño.

Con base en la carta geológica del INEGI, la mayor parte del territorio tiene origen geológico en el Terciario Superior con tipo de roca caliza abarcando principalmente la porción continental, mientras que en la costa se diferencian dos orígenes geológicos más, los cuales se refieren al Cuaternario y al Plioceno, con cuatro diferentes orígenes para los suelos que predominan en la zona, los cuales son: eólico (eo), lacustre (la), litoral (li), eólico (eo) y caliza (cz). Específicamente para el SA y el predio del proyecto, el tipo de geología corresponde a rocas calizas sedimentarias de origen Neógeno dentro de la época del Plioceno (Figura 9).

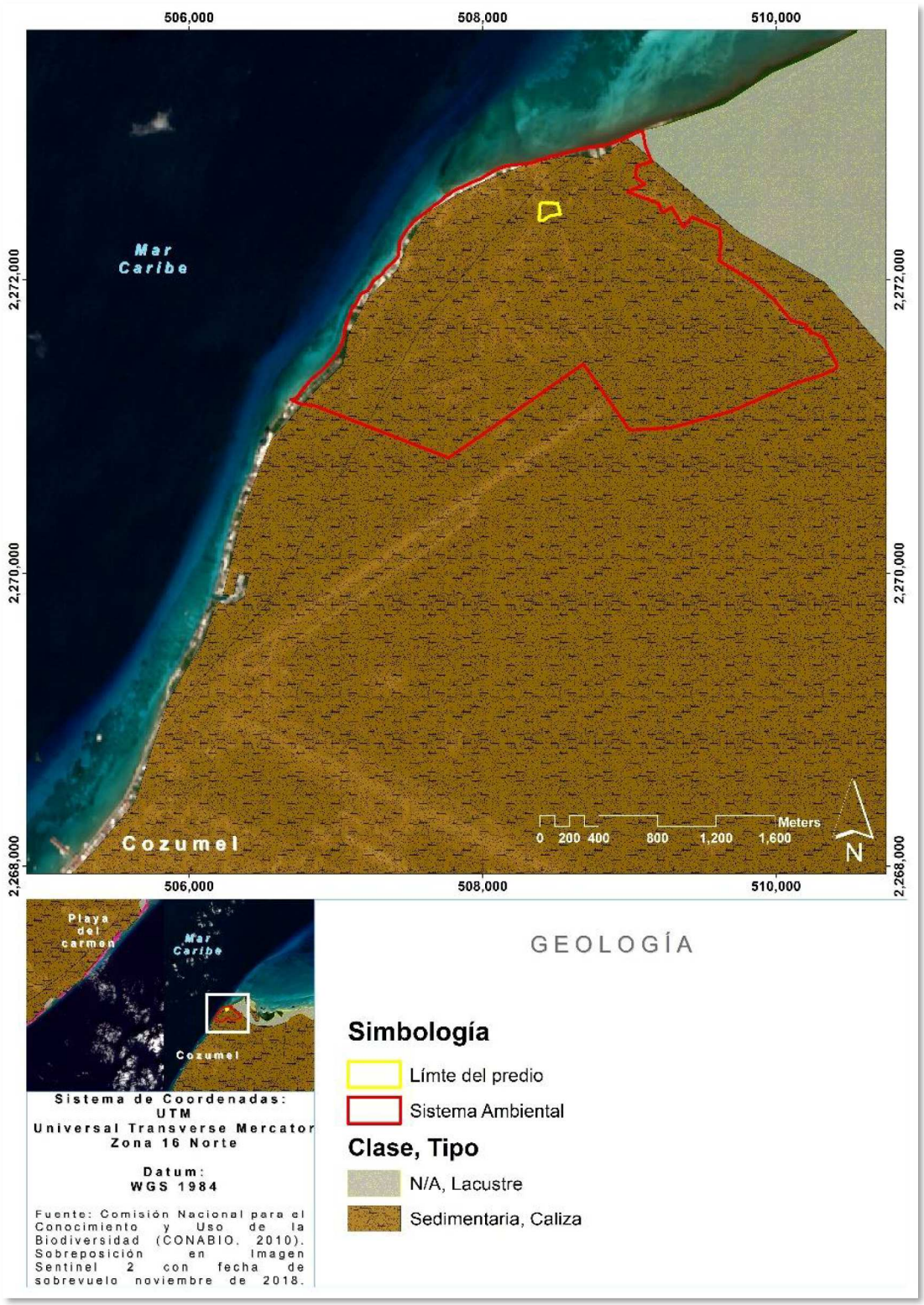


Figura 9. Mapa geológico del área de estudio que corresponde a las Calizas del Cuaternario Eólico.

La comprensión sobre los aspectos geomorfológicos permite conocer el mejor manejo de los recursos naturales, pues se obtiene información adecuada para: a) análisis y predicción de riesgos naturales, b) la selección de sitios apropiados, desde el punto de vista físico para la construcción de infraestructura y de comunicaciones, y c) la realización de inventarios de recursos naturales, degradación de tierras y cambio ambiental. La geomorfología es la base de la regionalización a escalas pequeñas y medianas. El conocimiento del estado y dinámica de los acuíferos de zonas cársticas como la Península de Yucatán es de interés por los procesos de disolución de las rocas carbonatadas. De la calidad del agua dulce del acuífero dependen muchos usos y efectos en la población, por ejemplo; consumo humano, aguas de riego, uso industrial, y conservación de los sitios turísticos y áreas protegidas. El mapa geomorfológico de la Península de Yucatán (PY) se encuentra delimitado por unidades territoriales de escalas medias con cierto grado de homogeneidad morfológica y ambiental. Bajo este criterio se estructura al sistema de clasificación de paisajes geomorfológicos. A cada paisaje le corresponde una particular combinación de procesos endógenos y exógenos, así como las respectivas evidencias en geoformas, materiales (residuales, erosivos y denudativos) e indicadores bióticos (Bautista *et al.,* 2005)[4] (como se muestra en la figura 10).

El sistema fluvio-palustre se ubica sobre las planicies bajas acumulativas que se alojan en cuencas de acumulación marginal. Están expuestas a regímenes de inundación semipermable y extraordinaria por lo que existe hidromorfismo en los suelos y vegetación hidrófila como la vegetación riparia, manglares, popales, tulares inundables y selvas bajas y medianas inundables.
Lo relevante de este sistema es que al encontrarse entre los dominios ambientales de una región carbonatada y otra terrígena se muestran paisajes con características compartidas de influencia relativas.

[4] Bautista, F., Batllori-Sampedro, E., Palacio, G., Ortiz-Pérez, M., & Castillo-González, M. (2005). **Integración del conocimiento actual sobre los paisajes geomorfológicos de la Península de Yucatán. Caracterización y manejo de los suelos de la península de Yucatán. Implicaciones agropecuarias, forestales y ambientales, F. Bautista y AG Palacio (eds.).** Universidad Autónoma de Campeche/Universidad Autónoma de Yucatán/Instituto Nacional de Ecología, México, DF, 33-58.

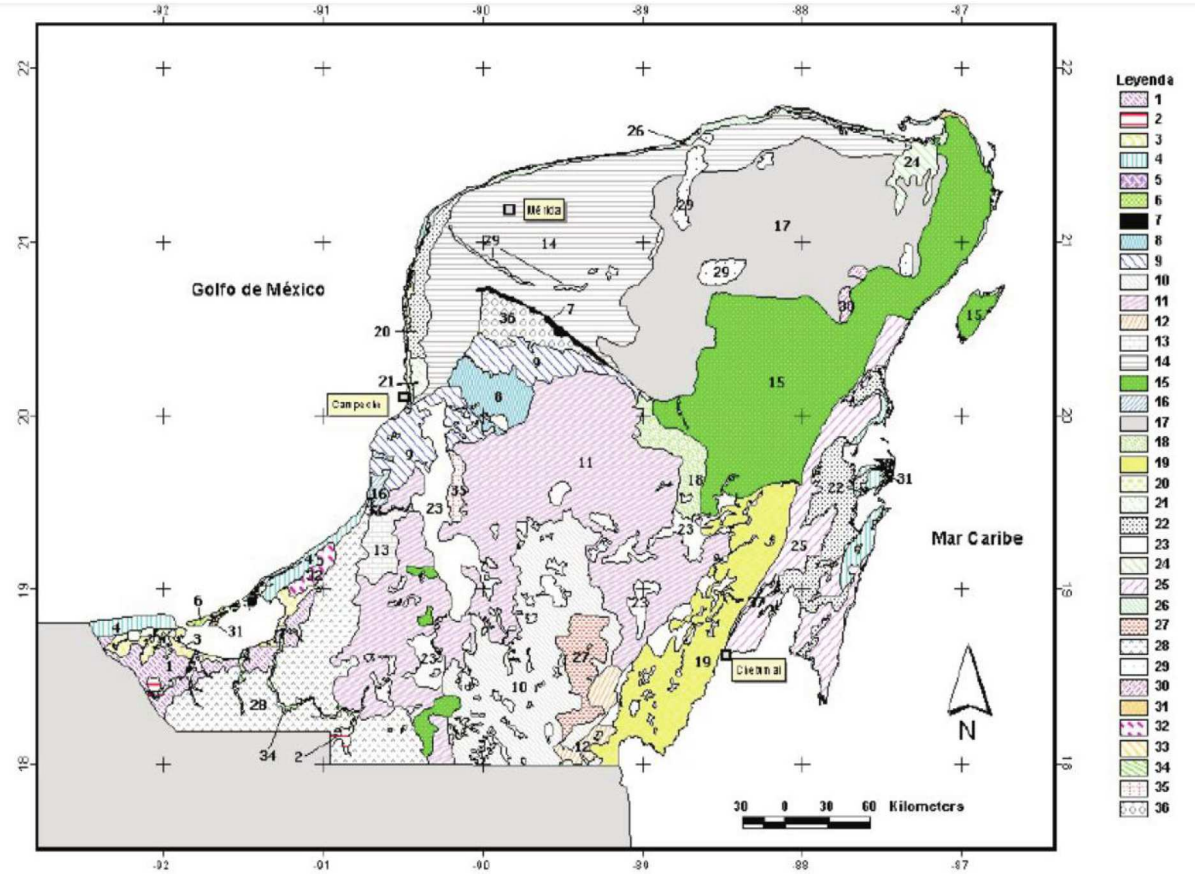


Figura 10. Mapa de paisajes geomorfológicos de la Península de Yucatán. Fuente: Bautista *et al.* 2005.

En el siguiente cuadro se muestran las Geoformas de la Península de Yucatán y su grado de evolución:

Cuadro 2. Geoformas de la Península de Yucatán (PY) y su grado de evolución.

Sistema terrestre (Morfogénesis)	Expresión morfológica principal.	Paisaje geomorfológico	Grado de evolución cárstica	Clave
Carso-tectónica	Planicies	Estructura baja fitoestable	Rec-Mad	15
		Estructura ondulada con disolución y denudación (>densidad de fracturas, alta concentración de formas cárticas).	Juv	17
		Palustre con petenes chicos	Rec	22
		Palustre costera de inundación marina con hundimiento.	Rec-Juv	25
Distribución azonal		Dolinas agrupadas (inundadas –cenotes-)	Rec	29
		Dolinas agrupadas (inundadas –cenotes-) y en	Juv	30

Sistema terrestre (Morfogénesis)	Expresión morfológica principal.	Paisaje geomorfológico	Grado de evolución cárstica	Clave
		proceso de formación de uvalas.		

El sistema terrestre al que corresponde el SA es Carso-tectónica, este sistema cárstico de debe a la actividad de la disolución por aguas subsuperficiales y subterráneas de rocas solubles como caliza, dolomita, yeso y sal. El Karst se desarrolla en zonas húmedas sobre superficies de estructura tabular y/o subhorizontal, como el caso de pliegues braquianticlinales, mesetas y terrazas estructurales. Este sistema es el más representativo de la PY y se le ha denominado así por la estrecha correspondencia entre la actividad neotectónica y los patrones de disolución.

Este sistema es el más representativo de la PY y se le ha denominado como carso-tectónico por la estrecha correspondencia entre la actividad neotectónica y los patrones de disolución que dan origen al modelo cárstico. El relieve en su conjunto es considerado del tipo Karst de mesa por el predominio de estructuras tabulares nomoclinales y se organiza en una serie de planicies estructurales a diferentes niveles altitudinales a 50, 100, 200 y más de 200 msnm.

Finalmente, el paisaje geomorfológico al que corresponde el SA se describe a continuación:

- **15.*Planicie estructura baja fitoestable*.** A diferencia de la planicie estructural baja denudativa con la cual guarda muchas semejanzas morfogenéticas, ésta se encuentra, en términos evolutivos, en etapa de pedogénesis y fitoestabilidad. Esto debido a las condiciones climáticas (clima cálido subhúmedo, el más húmedo de los subhúmedos) sin variación extremas en la temperatura (por arriba de los 18° pro medio) y con humedad relativa alta permanente (>80%), lo que ha permitido el desarrollo de selva mediana subperennifolia y el rápido restablecimiento de las áreas perturbadas hacia selvas secundarias. Se presentan como unidades aisladas con mayores tiempos de evolución cárstica (madurez).

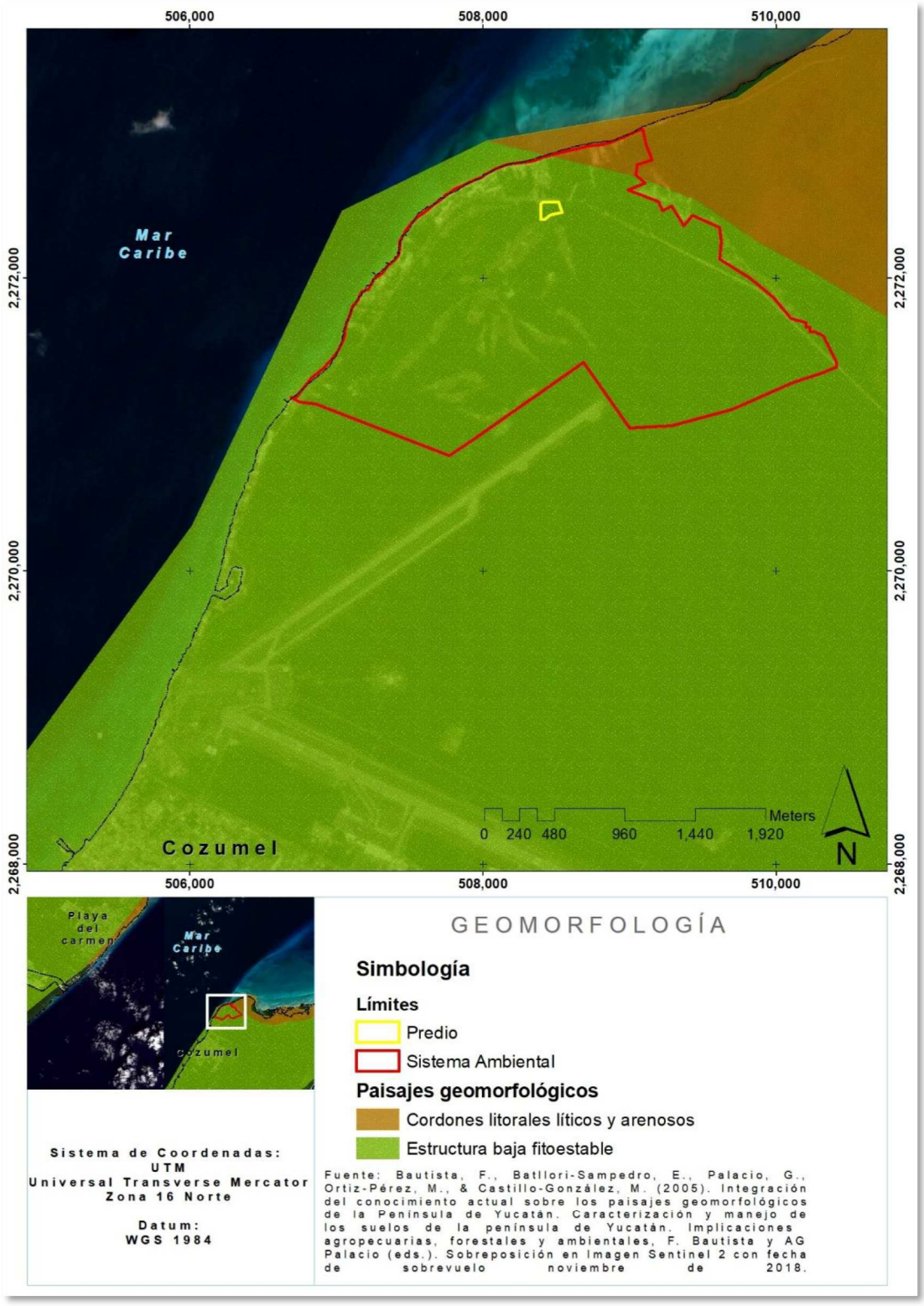


Figura 11. Paisajes geomorfológicos del área de estudio. Fuente: Bautista *et al.* (2005).

3.7 SUELO.

De acuerdo con el INEGI (2007), en México existen 26 de los 32 grupos de suelo reconocidos por el Sistema Internacional Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (IUSS, 2007). Dominan los Leptosoles (28.3% del territorio), Regosoles (13.7%), Phaeozems (11.7%), Calcisoles (10.4%), Luvisoles (9%) y Vertisoles (8.6%) que, en conjunto, ocupan 81.7% de la superficie nacional (SAMARNAT, S/F).[5]

Lo mencionado anteriormente se muestra en la siguiente figura.

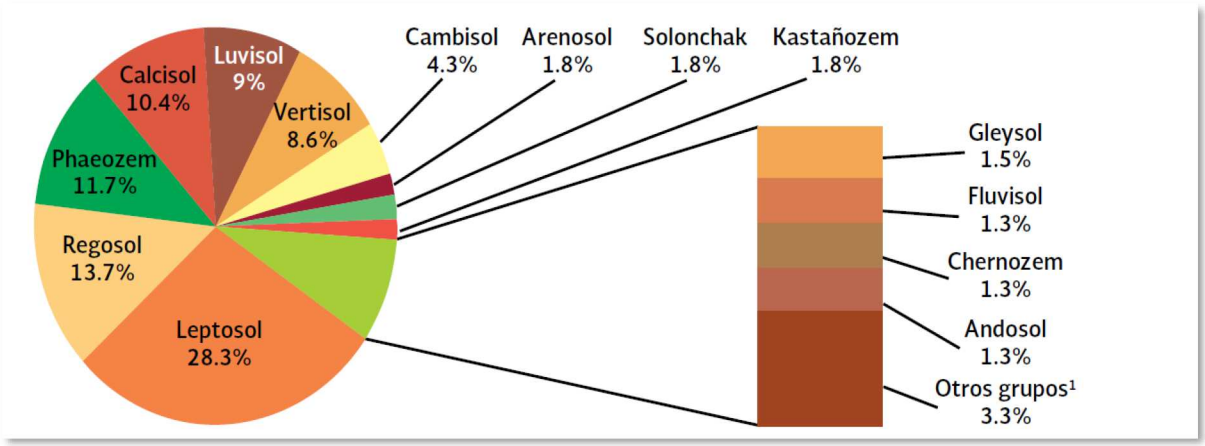


Figura 12. Superficie relativa de los principales grupos de suelo en México.

Con base a esta clasificación de suelo se puede observar que en el sistema ambiental se encuentran suelos tipo solonchack y leptosoles, como se muestra a continuación.

[5] SEMARNAT. S/F. **Suelos de México**.
<<https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe_12/pdf/Cap3_suelos.pdf >>

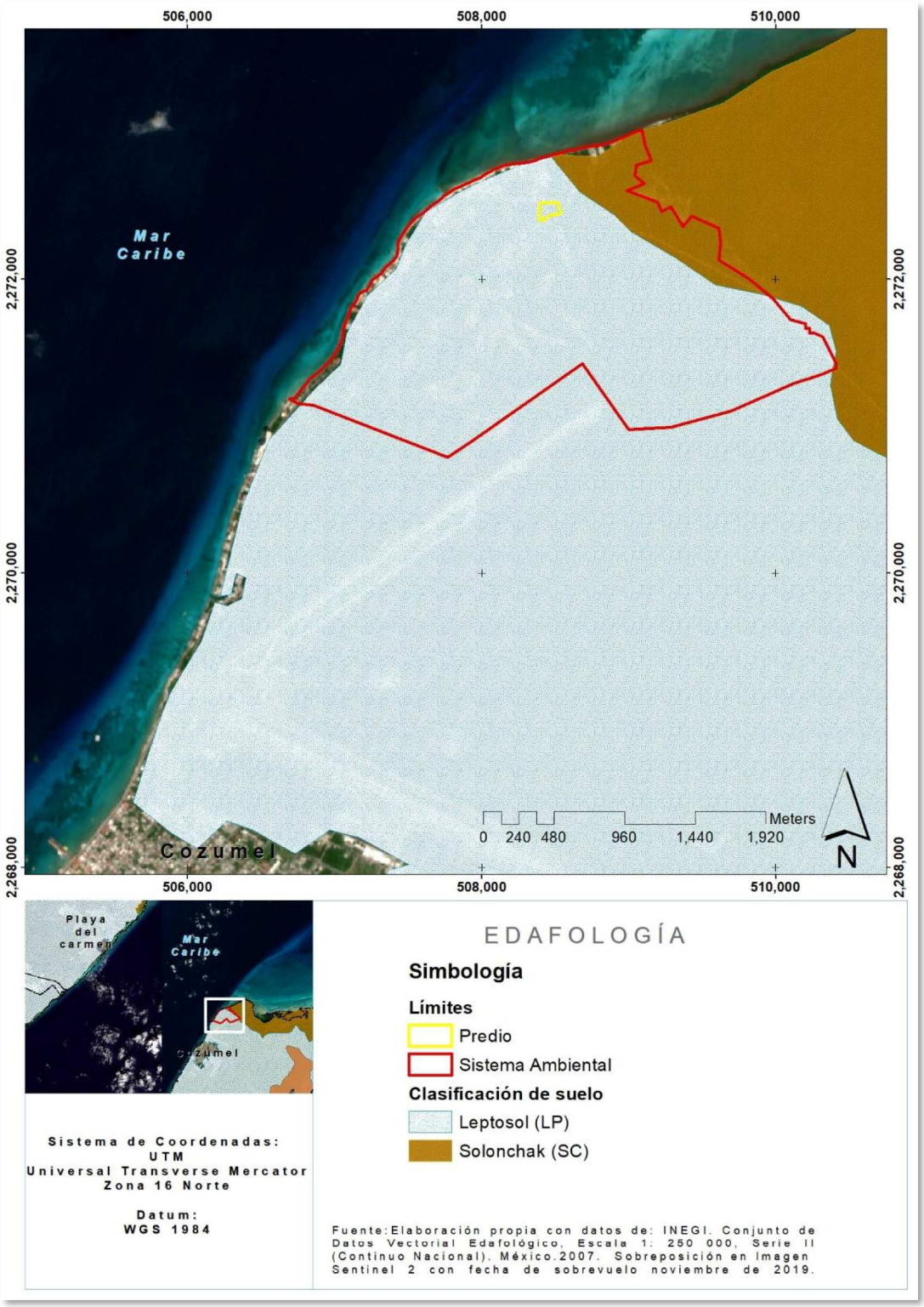


Figura 13. Tipo de suelo presente en el área de estudio y sistema ambiental.

Cuadro 3.Definición de los tipos de suelos presentes en el sistema ambiental, de acuerdo con la Guía para la interpretación de Cartografía. Edafología. Escala: 1:250 000. Serie II[6].

Símbolo	Unidad	Definición de unidades dominantes
ZC	SOLONCHAK	Del ruso sol, sal y chak, zona salada. Suelos con enriquecimientos en sales fácilmente solubles en algún momento del año, formados en ambientes de elevada evapotranspiración. Las sales son apreciables cuando el suelo está seco y en la mayoría de las veces en la superficie formando una costra de sal. Las sales afectan la absorción de agua por las plantas y afectan el metabolismo del nitrógeno. Algunos métodos de control son el riego y uso de yeso combinado. Existen dos patrones de distribución principal: los Solonchaks de influencia marina, y los Solonchaks continentales con extrema evapotranspiración. Además de compartir los mismos tipos de vegetación que los Solonetz, los Solonchaks también están distribuidos en manglares y algunos mezquitales.
LP	Leptosol	Del griego teptos, delgado. Del griego Lithos, piedra. Incluyen los antiguos Litosoles y otros suelos con menos de 25 cm de espesor o con más de 80% de su volumen ocupado por piedras o gravas. Son muy susceptibles a la erosión. Se localizan generalmente en las zonas montañosas con más de 40% de pendiente. Un caso particular son los extensos afloramientos calizos encontrados en la Península de Yucatán. Los tipos de vegetación más relacionados con los afloramientos rocosos son el matorral desértico rosetófilo, la selva baja caducifolia y el bosque de encino. El uso principal de este suelo es para agostadero.

Para la caracterización de los tipos de suelo del SA del proyecto, se utilizó la cartografía edafológica del INEGI escala 1: 250,000 Serie II, por lo que se determinó que en el SA convergen 2 tipos de suelo, Solonchak y Leptosol siendo los suelos Leptosol los más dominantes dentro del SA, de acuerdo a las superficies que se indican en el cuadro siguiente.

Cuadro 4. Unidades edafológicas presentes en SA terrestre.

Suelo	Superficie	
	m^2	ha
Leptosol	3,945,635.81	394.56
Solonchak	500,000.00	50.00
Total	**4,445,635.81**	**444.56**

[6] INEGI. 2011. **Guía para la interpretación de cartografía: edafología: escala 1:250,000: Serie II**. – México.

4 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL: ASPECTOS BIÓTICOS.

4.1 TIPOS DE VEGETACIÓN: DESCRIPCIÓN DE LA VEGETACIÓN DEL SA.

4.1.1 Antecedentes

La vegetación de Cozumel se encuentra entre las más desarrolladas de las islas de la Península de Yucatán (Flores, 1992). En general existe un gradiente de vegetación bien definido que inicia a partir de la franja costera oriental con la vegetación de dunas costeras seguida por el tasistal, el manglar, la selva baja caducifolia y que culmina con la selva mediana subcaducifolia en la porción central de la isla, la cual se extiende hasta la costa oeste donde también persisten manchones de manglar (Romero-Nájera, 2004). Hay variaciones sobre este patrón general, existiendo diferentes gradientes en la parte norte, sur, occidental y diversas secciones de la costa oriental que tienen diferentes implicaciones para la biota de la isla.

A pesar del desarrollo turístico sufrido en la isla durante los últimos años, la mayor parte de éste se ha localizado en la ciudad de San Miguel y sus alrededores, incluyendo el frente costero oeste. Allí es donde se concentra la población humana y algunas áreas de uso antropogénico como son los ranchos, zonas hoteleras, club de golf y muelles; dejando una gran área deshabitada en el resto de isla. Esto ha permitido que se conserve una amplia superficie de vegetación natural, lo cual proporciona una amplia variedad de hábitats disponibles para las especies animales existentes.

De acuerdo con lo descrito por Téllez *et al.* (1989) y al Inventario Nacional Forestal (INEGI, 2000) podemos distinguir cinco comunidades diferentes en la isla: la selva baja caducifolia y mediana subcaducifolia, el manglar, el tular-saibal, la vegetación halófita o de dunas costeras y el tasistal. Las dos primeras constituyen asociaciones de vegetación primaria que por su mayor extensión, complejidad y estabilidad determinan las condiciones del lugar que dominan, mientras las otras tres se encuentran intercaladas entre estas (probablemente por esto los tulares-saibales no se describan como tales en el Inventario Nacional Forestal). Por otro lado, existen asociaciones de vegetación de tipo secundario, es decir, aquellas que se desarrollan cuando las primarias quedan total o parcialmente destruidas debido a causas antropogénicas o naturales, y que recuperan su estado de comunidad clímax original cuando esas perturbaciones cesan (Rzedowski, 1978).

Para la presente manifestación de impacto ambiental particular se realizó una fotointerpretación en el sistema ambiental con la finalidad de identificar todas las coberturas posibles que colindan con el proyecto.

Se procedió a realizar la fotointerpretación cubriendo el área del sistema ambiental. Para ello se ocupó la Imagen satelital del Software utilizado (ArcGis 10.6.1) que corresponde al Word Imagery 2018. También con apoyo de Imagen Satelital

Sentinel 2 (resolución de 10 m x 10 m y con fecha de sobrevuelo de noviembre de 2019) obtenida de la plataforma Copernicus Europe's Eyes On Earth.

Se realizó la digitalización en la Imagen Satelital Sentinel 2 utilizando la banda 8, que es la que permite apreciar todas las texturas posibles en determinada área. Y después se realizó una composición de imagen a color natural para corroborar la digitalización, la composición fue con las bandas 4, 3 y 2.

Todo el procedimiento de la fotointerpretación se realizó en la menor escala posible, con el fin de identificar todas las coberturas posibles.

4.1.2 Resultados.

De acuerdo con la carta de vegetación y uso de suelo serie VI del INEGI, el SA está compuesto por 4 unidades ambientales, de las cuales 3 son de carácter natural: Vegetación de Selva Mediana Subperennifolia (SMQ), Vegetación Manglar (VM) y Cuerpos de Agua (H2O). La cuarta cobertura corresponde al uso Urbano construido.

En la siguiente figura se puede apreciar el uso de suelo y vegetación en el sistema ambiental de acuerdo con la Serie VI del INEGI.

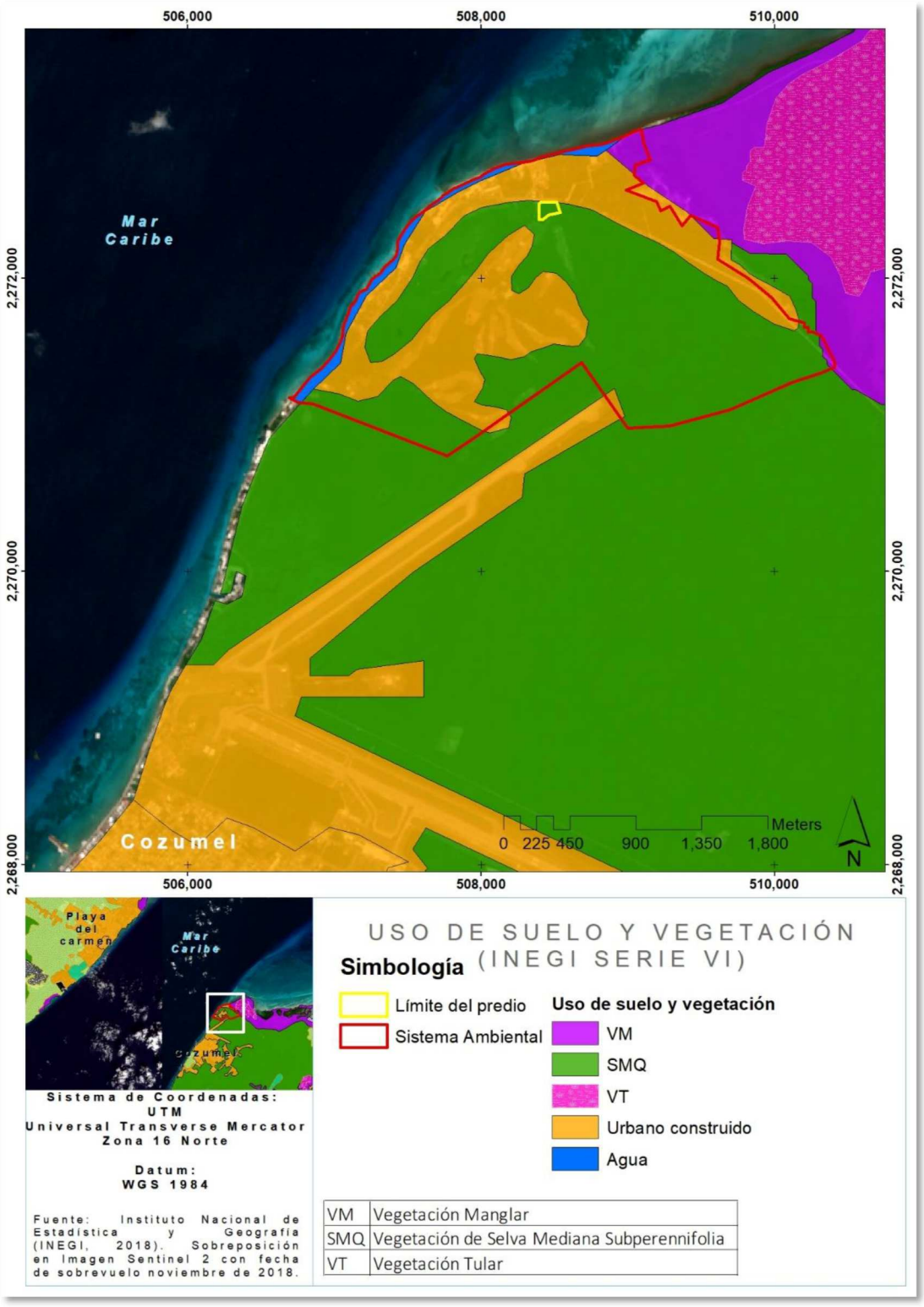


Figura 14. Mapa de uso de suelo y vegetación, resultado de la capa del mismo nombre del INEGI serie VI.

En cuanto a superficies se tiene que la vegetación de selva mediana subperennifolia cubre más del 50% de la superficie del SA, para ser exactos ocupa un porcentaje de 56.92%, seguido del uso urbano construido con 38.88%, cuerpos de agua (Mar caribe) con 2.73% y finalmente en menor proporción la vegetación manglar con 1.47% de ocupación.

Cuadro 5. Superficies por uso de suelo y vegetación en el SA de acuerdo con la Serie VI del INEGI.

Tipo de vegetación	Superficie		
	m^2	ha	%
Vegetación Selva Mediana Subperennifolia (SMQ)	2,530,320.04	253.03	56.92
Vegetación Manglar (VM)	65,389.62	6.53	1.47
Subtotal	**2,595,709.66**	**259.56**	**58.39**
Otras coberturas			
Urbano Construido	1,728,602.26	172.86	38.88
Agua*	121,323.56	12.13	2.73
Subtotal	**1,849,925.82**	**184.99**	**41.61**
Total	**4,445,635.48**	**444.55**	**100.00**

* Mar caribe. Los archivos vectoriales del INEGI Serie VI lo señalan a pesar de ser un error, ya que es un uso que corresponde a urbano construido, debido a la escala a la cual se generó dicha cartografía.

Es importante señalar que la escala que el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) maneja para generar sus Archivos Shapefiles no permite identificar todas las coberturas, es decir, sus escalas son mayores.

Para la presente manifestación de impacto ambiental particular se realizó una fotointerpretación en el sistema ambiental con la finalidad de identificar todas las coberturas posibles que colindan con el proyecto, en la menor escala posible, con el fin de identificar todas las coberturas posibles. El resultado de la fotointerpretación del sistema ambiental se muestra en la siguiente figura.

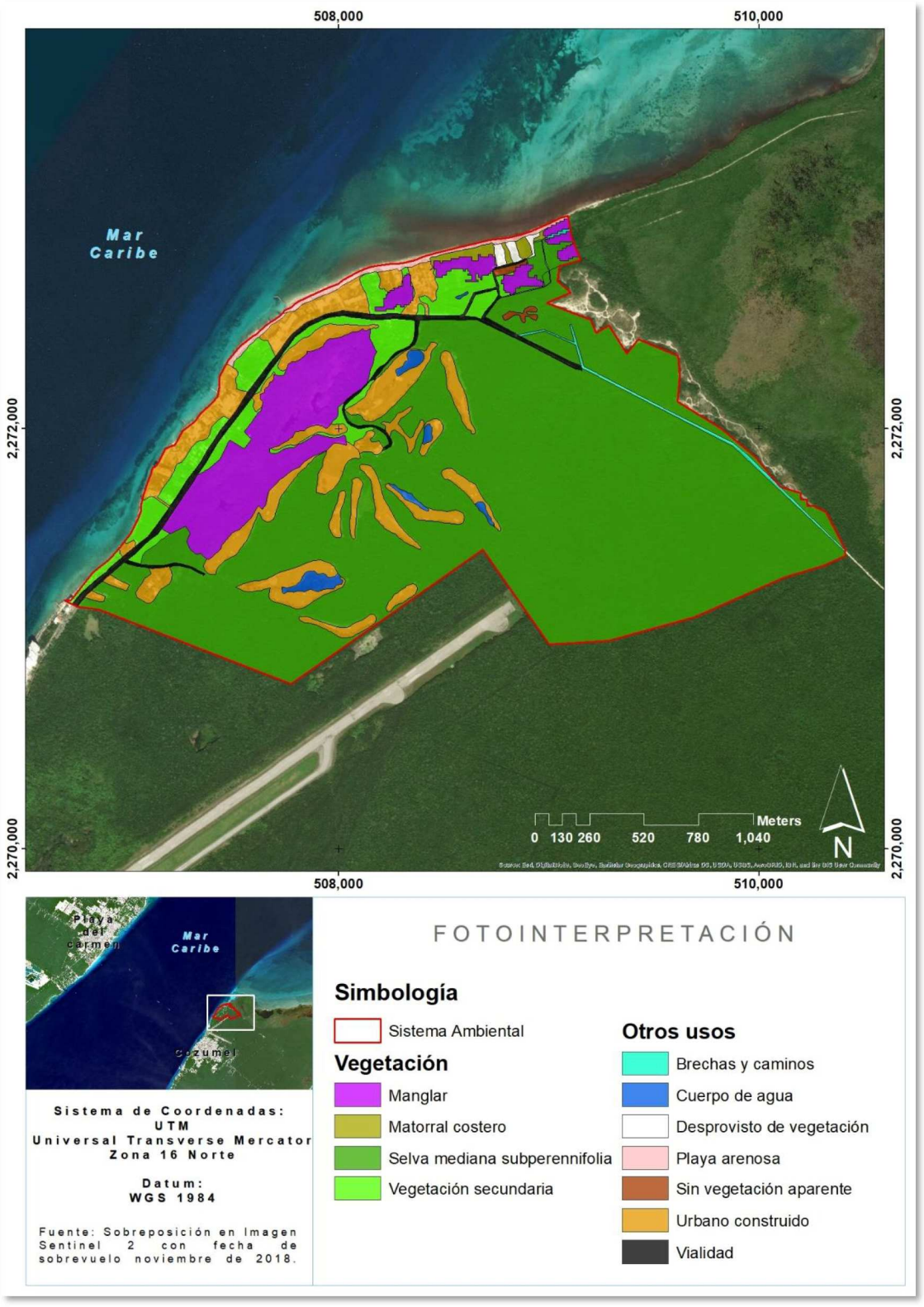


Figura 15. Fotointerpretación del sistema ambiental.

Como resultado del análisis de fotointerpretación se determinó que para el SA se distinguen 4 unidades ambientales por el tipo de cobertura vegetal, siendo en orden de mayor a menor superficie: vegetación de selva mediana subperennifolia con el 66.18%, vegetación manglar con 9.91%, vegetación secundaria con el 6.18% y por último matorral costero con 0.52%.

Asimismo, hay otras coberturas de índole natural como el cuerpo de agua ocupando el 0.81% y la playa arenosa misma que representa el 0.86% dentro del SA (Cuadro 6).

En cuanto a otras coberturas, el que presentó mayor superficie con un porcentaje de ocupación con 12.26% de la superficie del SA es el uso Urbano construido, seguido de la vialidad con 2.18%, brechas y caminos con 0.60%, áreas desprovistas de vegetación con 0.28% y finalmente con menor proporción áreas sin vegetación aparente con 0.22%.

Con base a los resultados obtenidos de la fotointerpretación se puede notar que el sistema ambiental está cubierto por más de la mitad vegetación de selva mediana subperennifolia, seguido por vegetación de manglar.

Cuadro 6. Superficies del SA cubiertos por los diferentes tipos de vegetación y asociaciones vegetales, según la fotointerpretación.

Tipo de vegetación	Superficie		
	m²	ha	%
Vegetación de selva mediana subperennifolia	2,941,905.45	294.19	66.18
Vegetación de manglar	440,637.98	44.06	9.91
Vegetación secundaria	274,845.35	27.48	6.18
Matorral costero	23,239.76	2.32	0.52
Subtotal	**3,680,628.54**	**368.05**	**82.79**
Otras coberturas			
Urbano Construido	545,213.79	54.52	12.26
Vialidad	97,125.58	9.71	2.18
Playa arenosa	38,244.36	3.82	0.86
Cuerpos de agua	36,055.89	3.61	0.81
Brechas y caminos	26,520.30	2.66	0.60
Desprovisto de vegetación	12,161.60	1.22	0.28
Sin vegetación aparente	9,685.75	0.97	0.22
Subtotal	**765,007.27**	**76.51**	**17.21**
Total	**4,445,635.81**	**444.56**	**100.00**

A continuación, se describen:

Vegetación Selva Mediana Subperennifolia (SMQ):

Es la vegetación predominante en el sistema ambiental por tener el mayor porcentaje de ocupación. Se caracteriza por desarrollarse en regiones cálidas subhúmedas.

Algunas de las especies que lo caracterizan son: *Thevetia gaumeri, Annona reticulata, Cordia alliodora, Ceiba pentandra y Bursera simaruba.*
Este ecosistema puede considerarse como hábitat primordial para la fauna silvestre ya que se encuentra en un alto grado de conservación.

Figura 16. Ubicación de selva en el SA.

Figura 17. Ubicación de manglar en el SA.

Vegetación Manglar (VM):

Estos ecosistemas corresponden al ecotono entre los ambientes marinos y terrestres, por lo que se encuentran relacionados funcionalmente con las selvas, los pastos marinos y los arrecifes de coral; siendo de gran importancia para el adecuado funcionamiento de la zona costera.

Las especies presentes son: mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*) y mangle negro (*Avicennia germinans*) todas ellas en categoría de amenazada de acuerdo con 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.

Vegetación secundaria (VS):

Como es de conocimiento la vegetación secundaria comprende aquella cobertura vegetal originada por el proceso de sucesión de la vegetación natural que se origina luego de la intervención o por la destrucción de la vegetación primaria.

Por esta razón se puede observar que la vegetación secundaria en el sistema ambiental se encuentra en los alrededores de la infraestructura, ya que en su momento se vio afectado y que ahora se encuentra en proceso de sucesión.

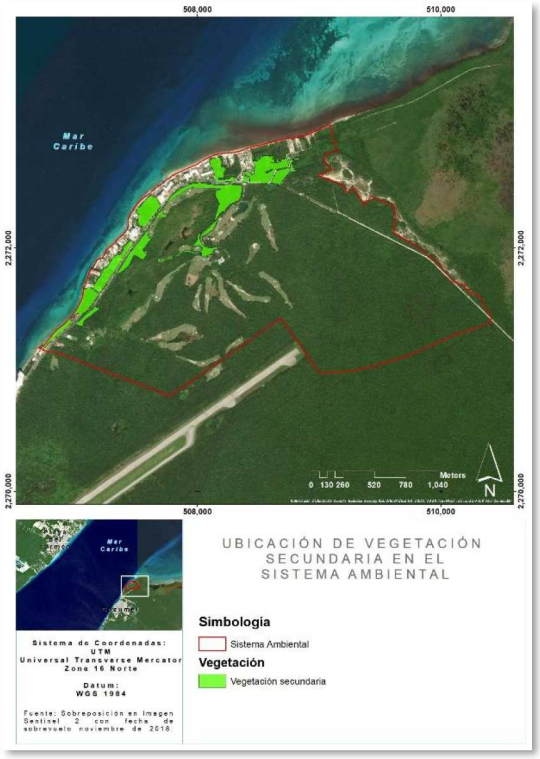


Figura 18. Ubicación de VS en el SA.

Vegetación matorral costero (VMC):

La zona de matorrales la componen formas arbustivas o herbáceas erectas y postradas que están integradas por *Agave angustifolia*, *Acanthocerus tetragonus*, uva de mar (*Coccoloba uvifera*), la palma chit (*Thrinax radiata*) y palma nakas (*Coccothrinax readii*-especie endémica), estas últimas enlistadas como amenazadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010

Figura 19. Ubicación de vegetación gramínea en el SA.

Vialidad: Principalmente corresponde a la Av. Rafael E. Melgar, en una dirección Sur-Norte. A continuación de muestra algunas imágenes de las condiciones de dicha vialidad en el sistema ambiental. Esta vialidad presenta un tramo habilitado con concreto hasta el límite oeste del predio de este proyecto, y posteriormente hacia la zona norte es un camino de terracería que está en proyecto de acondicionamiento hasta la Laguna Ciega. Esta vialidad es de bajo tránsito vehicular a la altura del predio del proyecto, ya que el plan maestro Cozumel Country Club es el último proyecto que conecta, y aún está en proceso de desarrollo muy gradual.

Figura 20. Av. Rafael E. Melgar.

Figura 21. Avenida Melgar en su límite con el acceso al Plan Maestro Cozumel Country Club donde se ha habilitado. Hacia el norte está en proceso de habilitación hacia la Laguna Ciega.

Cuerpos de agua: Los principales cuerpos de agua identificados en el sistema ambiental se muestran en la siguiente figura. Corresponde a las que se ubican en inmerso a la vegetación manglar y al campo de golf.

Figura 22. Cuerpos de agua en el sistema ambiental.

Playa arenosa: Las condiciones de la playa arenosa del sistema ambiental se muestran continuación.

Figura 23. Condiciones de la playa arenosa en el sistema ambiental.

Brechas y caminos: Las condiciones caminos y brechas en el sistema ambiental se muestran continuación.

Figura 24. Condiciones de caminos en el sistema ambiental.

Áreas desprovistas de vegetación y sin vegetación aparente: Estas áreas identificadas en el sistema ambiental se muestran en la siguiente figura.

Figura 25. Áreas desprovistas de vegetación y sin vegetación aparente.

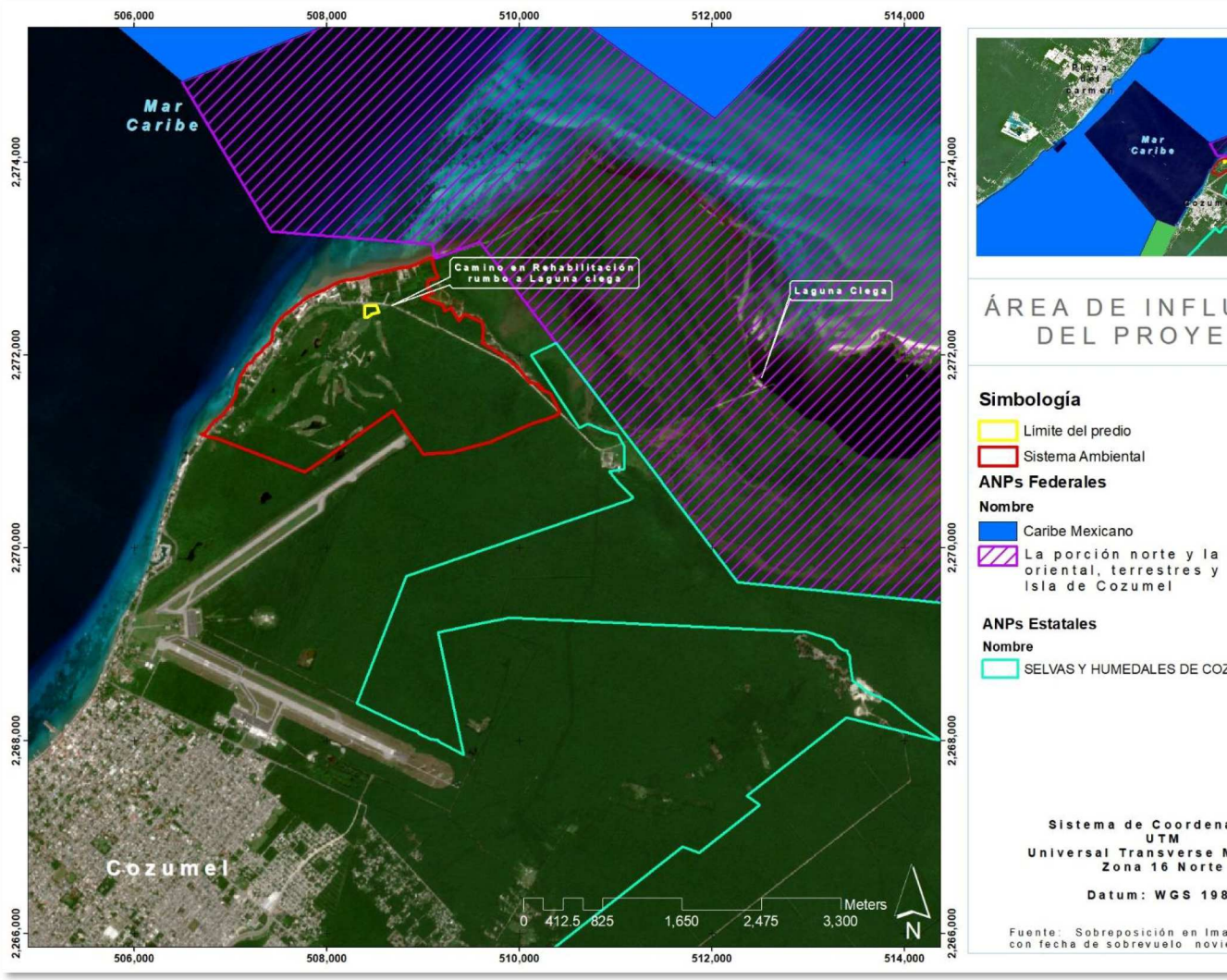


Figura 26. De forma general se muestra el área de influencia del proyecto con relación a las ANP's federales y señala el inicio del camino en rehabilitación con rumbo a Laguna ciega.

4.2 FAUNA: DESCRIPCIÓN DE LA FAUNA DEL SA.

Para esta sección se consultó el Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel el cual se encuentra colindante al SA en el lado Norte (CONANP, 2016)[7].

Mamíferos.

Se han contabilizado 17 especies de mamíferos terrestres. En este grupo se pueden encontrar especies y subespecies endémicas, algunas bajo categoría de riesgo, de acuerdo a 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. Entre las endémicas se encuentran las siguientes: mapache de Cozumel o mapache enano (*Procyon pygmaeus*) en peligro de extinción; ratón cosechero de Cozumel (*Reithrodontomys spectabilis*), especie amenazada; tejón de Cozumel (*Nasua narica nelsoni*), en categoría de amenazada; rata arrocera de pantano (*Oryzomys couesi cozumelae*), amenazada; ratón de pata blanca de Cozumel (*Peromyscus leucopus cozumelae*), amenazada; y mico de noche o kinkajou (*Potos flavus*), sujeta a protección especial y no endémica, la cual se sospecha que es diferente taxonómicamente a los congéneres del continente (Martínez-Meyer et al., 1998).

Aves.

Se encuentran cuatro especies de aves endémicas: colibrí esmeralda (*Chlorostilbon forficatus*), víreo de Cozumel (*Vireo bairdi*), cuitlacoche de Cozumel (*Toxostoma guttatum*) y chivirín, saltapared de Cozumel o matraquita (*Troglodytes aedon beani*), de las cuales las últimas tres especies se encuentran amenazadas, en peligro de extinción y sujeta a protección especial respectivamente dentro de 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 también se encuentran 15 subespecies: mullardo negro, pájaro gato negro, dizbabán (*Melanoptila glabrirostris*), vireón ceja rufa de Cozumel (*Cyclarhis gujanensis insularis*), especie endémica, atila de Cozumel o atila de ancas brillantes (*Attila spadiceus cozumelae*) y hocofaisán (*Crax rubra griscomi*), sujetas a protección especial, excepto el hocofaisán, que se encuentra en peligro de extinción, dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-

[7] CONANP. 2016. **Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas**. México.

Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.

Reptiles.

Se han reportado 28 especies de reptiles para la Isla de Cozumel (Campbell 1998, Lee 2000, González-Baca, 2006). Del total de reptiles, 14 se encuentran enlistadas bajo alguna categoría dentro de 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, siendo las siguientes: *Crocodylus acutus* (cocodrilo de río, cocodrilo americano, Pr), *Boa constrictor* (boa constrictor, boa, A), *Thamnophis proximus* (culebra listonada occidental, A), *Aristelliger georgeensis* (geco pestañudo, Pr), *Sphaerodactylus glaucus* (geco enano collarejo, Pr), *Ctenosaura similis* (iguana espinosa rayada, A), *Iguana iguana* (iguana verde, Pr), *Sceloporus cozumelae* (lagartija escamosa de Cozumel, Pr), *Rhinoclemmys areolata* (tortuga de monte mojina, A), *Caretta caretta* (tortuga marina caguama, P), *Chelonia mydas* (tortuga marina verde del Atlántico, tortuga blanca, P), *Eretmochelys imbricata* (tortuga marina de carey, P), *Trachemys elegans* (tortuga gravada, Pr) y *Kinosternon scorpioides* (tortuga pecho quebrado escorpión, tortuga casquito, Pr).

5 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL PREDIO DEL PROYECTO: ASPECTOS ABIÓTICOS.

5.1 TOPOGRAFÍA.

Se realizó un estudio topográfico en el predio donde se pretende establecer el proyecto. La topografía facilita en la ingeniería y arquitectura elegir los sitios más adecuados para la construcción de edificaciones.

De esta manera como resultado de dicho estudio se obtuvo las curvas de nivel del terreno del predio, el cual, permitió generar el modelo digital de elevación como se muestra en loa siguiente figura.

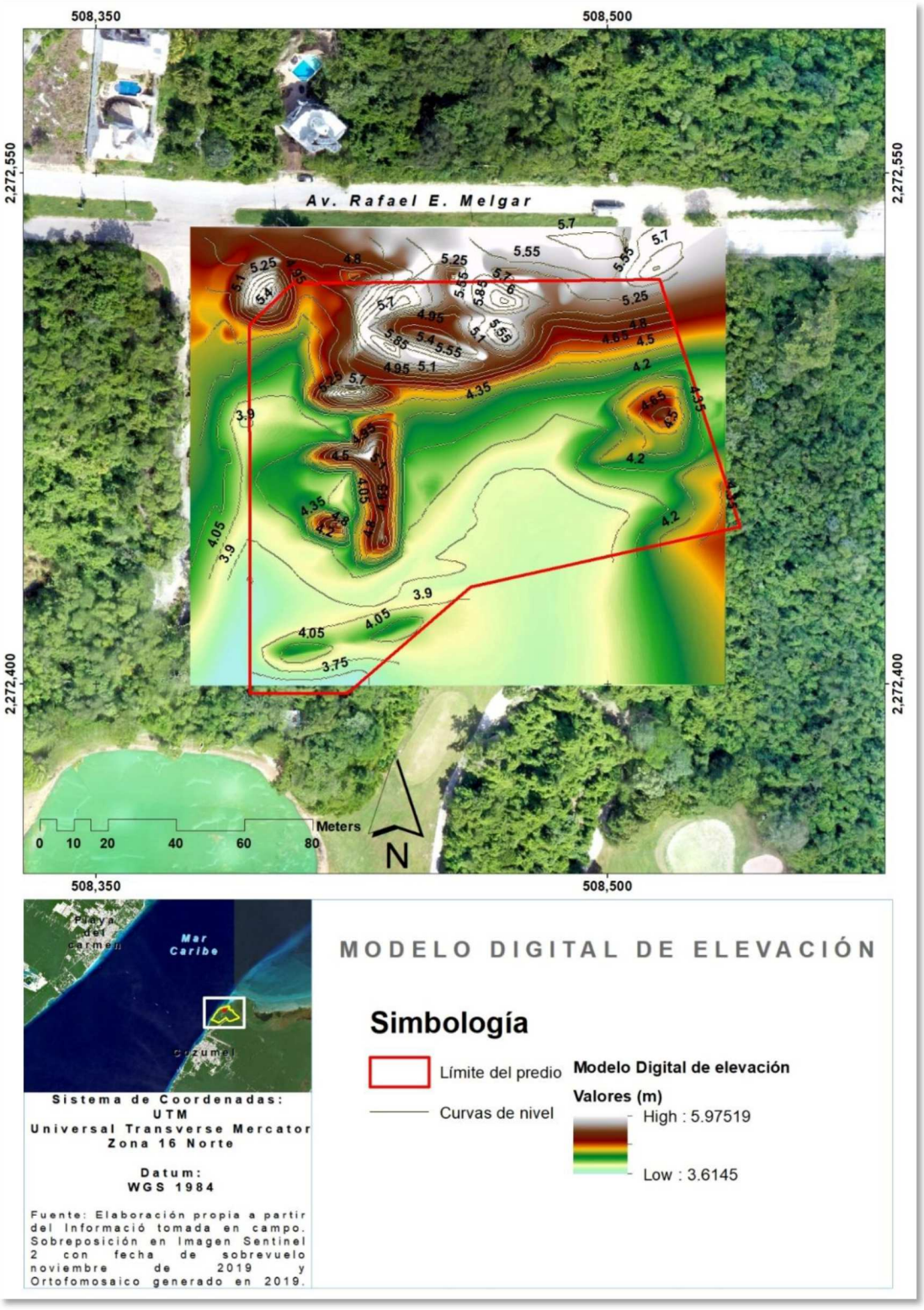


Figura 27. Curvas de nivel y modelo digital de elevación del terreno del predio.

Se observa que la parte más alta del terreno del predio corresponde a la cota de 5.85 m ubicado en la parte Norte del predio.

La cota (elevación) más baja es de 3.9 ubicado en la parte Sur del predio en dirección Este-Oeste. Después se procedió a generar un modelo digital de elevación en 3d, y el resultado se muestra en la siguiente figura.

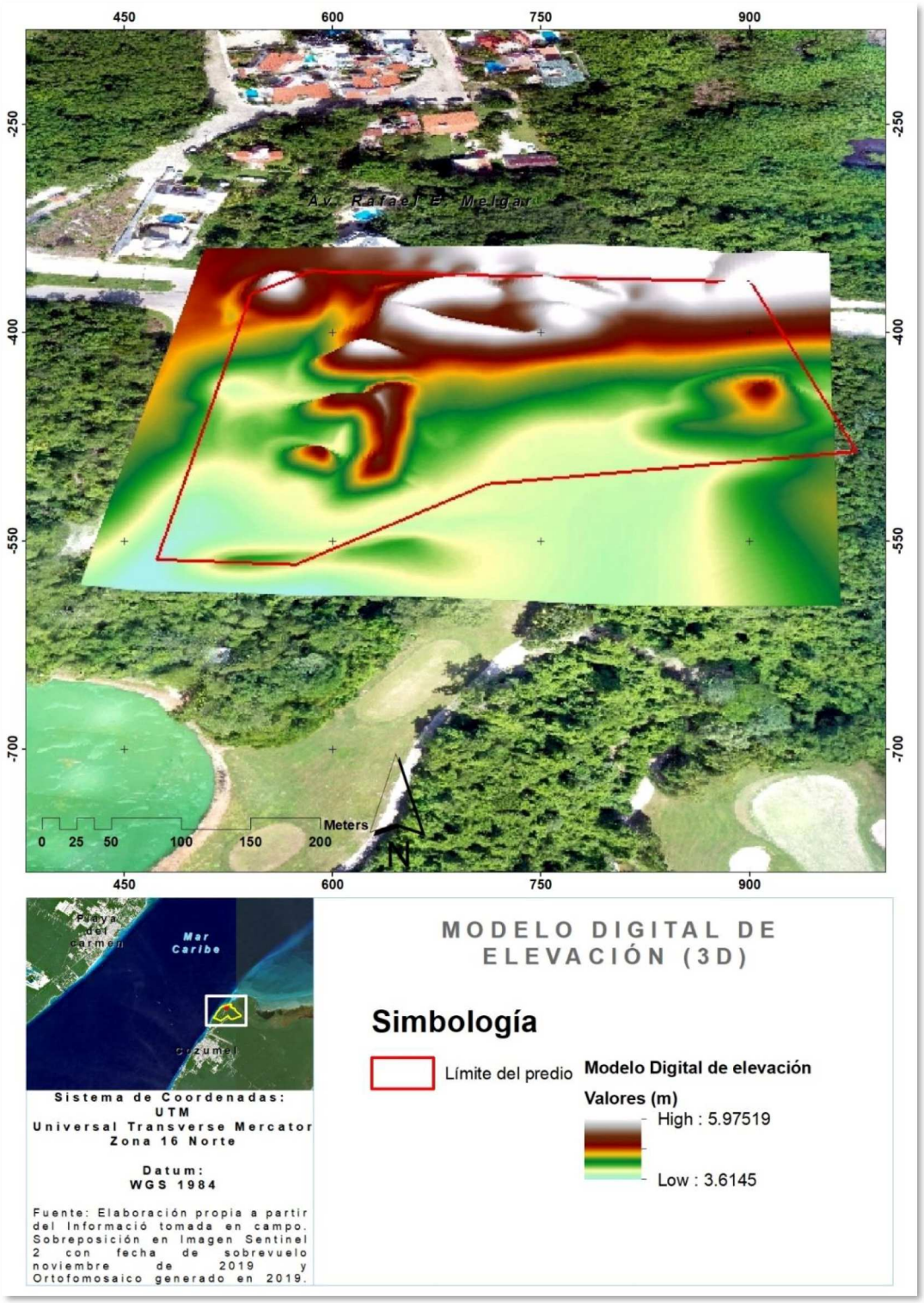


Figura 28. Modelo Digital de Elevación del Terreno 3D.

6 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL PREDIO DEL PROYECTO: ASPECTOS BIÓTICOS.

6.1 CARACTERIZACIÓN DE LA VEGETACIÓN DENTRO DEL ÁREA DE ESTUDIO.

Con la finalidad de describir las características y estado de conservación de las comunidades vegetales encontradas dentro del predio, con base en diversos parámetros de su composición y estructura, se realizó un muestreo de la vegetación existente en el predio. A continuación, se procede a la descripción de los métodos de muestreo y resultados.

6.1.1 Antecedentes.

En el área de estudio solamente se registró vegetación de selva mediana subperennifolia.

6.1.2 Objetivos.

General

- Realizar una caracterización vegetal del área de estudio, con el fin de documentar e integrar la información relativa a la diversidad vegetal del sitio. Dicha información será la base técnica para generar e implementar acciones de desarrollo y conservación en el predio y su área de influencia.

Particulares

- Elaborar el mapa de vegetación del predio.
- Describir la estructura y composición de las comunidades vegetales identificadas en el predio.
- Registrar la presencia de especies con estatus de conservación de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010[8].
- Realizar recomendaciones para la protección de especies en el sitio.

6.1.3 Área de estudio.

La superficie del área de estudio, está conformada por un polígono en particular, la superficie que presenta el área es de 12,724.61 m^2, ubicada en el municipio de Cozumel, Quintana Roo (Figura 29). Los vértices que conforman el predio también se pueden observar.

[8] MODIFICACIÓN del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (14 de noviembre de 2019), 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 el 30 de diciembre de 2010. Y FE de erratas a la Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (4 de marzo de 2020).

Vertices	X	Y
1	508407.72	2272517.53
2	508515.38	2272518.80
3	508538.90	2272446.18
4	508459.86	2272428.59
5	508423.80	2272397.39
6	508395.18	2272397.33
7	508394.95	2272505.30

Figura 29. Ubicación del área de estudio.

6.1.4 Metodología.

La presente caracterización trata de describir de manera general la comunidad vegetal que prevalece en el área de estudio. Los resultados se presentan de acuerdo a las definiciones de Macario-Mendoza (1990, 2003), donde específica que componen una asociación la estructura de la vegetación es la organización de los

individuos en el espacio que vegetal, con elementos primarios, como son forma de vida, estratificación y cobertura de la vegetación, y se presenta en dos componentes:

- **La estructura vertical**, que es el arreglo de las especies en capas o estratos.

- **La estructura horizontal** es la distribución espacial de los individuos a partir de la cual se reconocen patrones de distribución para cada especie y en la vegetación en su conjunto.

Para realizar la descripción del sitio se realizaron diversos análisis tanto cuantitativos como cualitativos de la flora, apoyados en las técnicas y recomendaciones metodológicas descritas en el material bibliográfico especializado que a continuación se enlista: Krebs (1985), Begon *et al.* (1986), Mostacedo y Fredericksen (2000), y Programa Estatal de Ordenamiento Territorial del estado de Quintana Roo (2005).

La vegetación del predio se caracterizó de acuerdo a criterios fisonómicos mediante la secuencia que a continuación se describe:

A) Información preliminar y prospección.

El trabajo de campo de prospección y muestreo, se llevó a cabo en octubre de 2019. Para el reconocimiento preliminar del área y para la fotointerpretación, se analizaron los siguientes elementos:

- Imagen de satélite obtenida del programa Google Earth.
- Imagen de satélite obtenida de la plataforma Europe's Eyes On Earth. Sentinel 2 con fecha de sobrevuelo noviembre de 2019.
- Carta temática INEGI de vegetación y uso de suelo Serie VI (2017), Escala 1:250000.
- Ortofotomosaico obtenido con un equipo drone (Modelo-3DR SOLO DRONE BLACK).

Figura 30. Sobrevuelo con Drone realizado en el predio para ortomosaico actualizado de su cobertura.

El análisis espacial se realizó con el software de sistemas de información geográfica (SIG) Arcmap 10.1 y para la cartografía básica del predio, se utilizó el software de diseño asistido Autocad.

Con el apoyo del Sistema de Posicionamiento Global (GPS), marca Garmin modelo GPSmap 76csx, se ubicaron los diferentes puntos de muestreo en todas las etapas y puntos de apoyo para el procesamiento de la fotografía digital. Las lecturas se registraron en coordenadas UTM (Proyección Universal Transversa de Mercator) con Dátum WGS84, para la zona (Región 16N).

Con base en las imágenes antes mencionadas del predio, se reconoció un primer patrón de distribución de la vegetación, mismo que se corroboró y modificó mediante el trabajo de campo que comprendió los recorridos prospectivos y muestreos. Para documentar el trabajo de campo y el registro de algunas especies vegetales, se tomaron fotografías con una cámara digital marca Fujifilm, modelo FinePix S1000fd de 10 Mp.

El método de muestreo que se aplicó ha sido sugerido, aplicado y adaptado por diversos ecólogos en evaluación de comunidades biológicas densas, y ha sido plasmado específicamente para el muestreo de comunidades vegetales por Fredericksen y Mostacedo (2000), quienes señalan que es un método que permite el muestreo en sitios homogéneamente distribuidos a lo largo y ancho del área de estudio, mismo que a continuación se describe:

Se planteó una red de muestreo conformada por "4" sitios **(vegetación de selva mediana subperennifolia)** distribuidos de manera sistemática en el predio donde

se desarrollará el proyecto, de manera que el levantamiento de datos sea representativo de la zona. Finalmente, la distribución de los sitios de muestreo quedó conforme se señala en el cuadro 7 y figura 31.

Cuadro 7. Sitios de muestreo por tipo de vegetación.

Sitio	X	Y
1	508,428.00	2,272,497.00
2	508,485.00	2,272,497.00
3	508,434.00	2,272,449.00
4	508,495.00	2,272,455.00

Sitio	X	Y
1	508,428.00	2,272,497.00
2	508,485.00	2,272,497.00
3	508,434.00	2,272,449.00
4	508,495.00	2,272,455.00

Figura 31. Ubicación de los sitios de muestreo dentro del área de estudio.

6.1.4.1 Diseño de Muestreo.

Se aplicó un muestreo sistemático en sitios ubicados de manera equidistante, mediante el uso de una retícula digital, obteniéndose la coordenada de referencia para cada sitio como se indica en el plano. La distribución de los sitios se realizó considerando las diferentes condiciones de cobertura.

Las unidades de muestreo fueron sitios circulares de 500 m^2 para la vegetación de selva mediana subperennifolia. En todos los casos se midieron todos los árboles o individuos de especies que por su abundancia tuvieran más de 10 cm de diámetro normal (DN).

Dentro de los sitios, en cualquier tipo de condición y tipo de sitio, se establecieron dos subparcelas anidadas, una para arbustivos y otra para herbáceas. Para el estrato arbustivo se levantaron sitios de forma cuadrada de 5 x 5 m tomando como origen el centro del sitio (donde se ubica la coordenada de referencia del sitio). En estos sitios se levantó la información de arbustivos con diámetros de los 2 cm y hasta menores a 10 cm.

Para las herbáceas se procedió de igual manera, se hicieron sitios cuadrados (4 m^2) de 2 x 2 m en el que se levantó la información de las especies encontradas.

6.1.4.2 Parámetros considerados.

Número de sitio. - Se asignaron números consecutivos a cada sitio. Este número se anotó en una cinta fluorescente colocada en una rama verde del árbol o una baliza. El número consecutivo fue independiente del tipo de vegetación toda vez que esta designación fue realizada desde la planeación del inventario.

Marcado de árbol muestreado. - Se marcaron todos y cada uno de los árboles conforme a la ubicación de la base del fuste, iniciando el registro a partir de un azimut 0º y siguiendo la dirección en el sentido de las manecillas del reloj, hasta concluir el conteo y registro de individuos a los 380º azimut.

Especie. - Se anotó el nombre común y/o científico para cada uno de los árboles localizados.

Código de la especie. - Con base en una lista previamente establecida, se asignaron números para cada una de las especies, conforme a una lista elaborada a partir de los nombres comunes más conocidos.

Diámetro. - Se midió el diámetro a 1.30 m a la altura del árbol, lo que se conoce comúnmente como diámetro normal (DN) o diámetro a la altura del pecho (DAP), utilizando para ello una cinta diamétrica. Para especies con estatus que no dieron la talla para medir DN se midió el diámetro basal.

Altura. - Se midió la altura total y la altura del fuste comercial, utilizando una regla telescópica.

Sanidad. - El estado fitosanitario del arbolado se determinó a simple vista, considerando tres categorías dependiendo de la severidad del daño. De esta manera, se calificó con "1" a los individuos sanos; con "2" a los árboles con algún daño físico aparente (descopados, sámagos, huecos, etc.). Se calificó con "3" a los individuos con presencia de daños físicos severos.

Observaciones. - Se incluyen, además, algunos otros registros relacionados con el sitio en general, ubicación geográfica, condiciones generales del terreno, etc.

Figura 32. Condiciones de la selva mediana subperennifolia del predio.

6.1.4.3 Procesamiento de la información.

El procesamiento de los datos se realizó con el programa SELVA generado por el INIFAP y que permite estimaciones de área basal, volumen y otros estimadores para especies tropicales de la región. Con la hoja de cálculo EXCEL se hicieron los análisis y gráficos. Los resultados se presentan en forma tabulada en los anexos.

6.1.4.4 Análisis de diversidad de la vegetación.

El análisis de los principales parámetros florísticos y dendrométricos se llevaron a cabo tomando en cuenta los resultados de los sitios de muestreo realizados en las coberturas de vegetación del sitio. A partir de dicha información se han estimado diversos parámetros y estimadores que describen la condición de la vegetación en su composición y estructura considerando los estratos principales para ambos tipos de selva encontradas en el sitio y que corresponde al arbóreo, arbustivo y herbáceo.

Las determinaciones de las características ecológicas de estas asociaciones vegetales se cuantificaron considerando su diversidad e importancia ecológica mediante los siguientes parámetros tanto para la riqueza específica como para la estructura de cada una de dichas asociaciones vegetales.

6.1.4.5 Indicadores de Diversidad.

- **Índice de Riqueza de especies (S)**

La riqueza específica (S) es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas.

(S) es el número total de especies obtenido por un censo o muestreo de la comunidad.

- **Curva de acumulación**

En esta condición se identifica las especies nuevas que pueden incorporarse a medida que se incorporan más sitios de muestreo; de tal manera que al graficar las especies acumuladas la curva se vuelve asintótica. Hay varios modelos predictivos, sin embargo, para el caso de este estudio sólo se mostrarán los gráficos acumulativos en cada estrato con el objeto de determinar si el esfuerzo de muestreo en los diferentes estratos fue suficiente y las especies del sitio están siendo representadas en la mayor proporción posible.

6.1.4.6 Indicadores de Estructura.

- **Índice de Simpson (IS):**

Este parámetro es un indicador que manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes. Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como 1-ג.

$$\text{Índice de Simpson} = 1 - \Sigma pi2$$

Donde p = a la proporción de individuos encontrados en la i ésima especie estimado por n/N, n = número de individuos de las i esima especie, N = número total de individuos.

- **Índice de equidad**

Índice de equidad de Shannon-Wiener e Índice de Pielou

La equidad se ha calculado de acuerdo al índice de Shannon-Wiener que expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre 0 cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos.

$$H' = -\Sigma \rho i \log 2\ pi$$

El índice de Pielou se obtiene de dividir H' entre Hmax, ésta última obtenida como el logaritmo base 2 de la diversidad del estrato, indicando la diversidad máxima esperada para el estrato, de tal manera que el resultado de la división resulta en el índice de Pielou con valores entre 0 y 1 y que ayuda a obtener un indicador de la distribución de las especies en el predio, es decir, que obtener 1 significaría que todas las especies están distribuidas de manera homogénea en el predio y no hay dominancia; por el contrario, un número tendiente a 0 significa fuerte dominancia de algunas especies y distribución heterogénea.

Adicionalmente se estimaron parámetros específicos como se indican a continuación:

6.1.4.7 Parámetros específicos.

$$\text{Dominancia relativa} = \frac{\text{Dominancia de la Especie X}}{\text{Dominancia de todas las especies}} \text{ X } 100$$

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{Frecuencia de la Especie X}}{\text{Frecuencia de todas las especies}} \text{ X } 100$$

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{Densidad de la Especie X}}{\text{Densidad de todas las especies}} \text{ X } 100$$

- **Valor de Importancia (VI) o Valor de Importancia Relativa (VIR)**

La suma de las tres medidas relativas mencionadas arriba y calculadas para cada especie constituye un índice denominado el Valor de Importancia (IVI) IVI = DRi + Fri + CRi. El valor de IVI puede fluctuar de 0 a 3.00 (o 300%). Al dividir el IVI por 3, se obtiene una cifra que fluctúa de 0 a 1.00 (o 100%). Este valor se conoce como el porcentaje de importancia. El valor de importancia, o el porcentaje de importancia, provee un estimado global de la importancia de una especie en una comunidad determinada.

VIR= Dominancia relativa + Frecuencia relativa + Densidad relativa

6.1.5 Resultados.

Vegetación INEGI Serie VI.

Como resultado de la revisión bibliográfica, se analizó la carta de vegetación y uso de suelo de INEGI-2017 Serie-VI, la cual se encuentra también en el portal de geoinformación de la CONABIO.

Dichas fuentes señalan que el área de estudio se encuentra cubierta en su totalidad por vegetación de selva mediana subperennifolia como se muestra en la siguiente figura.

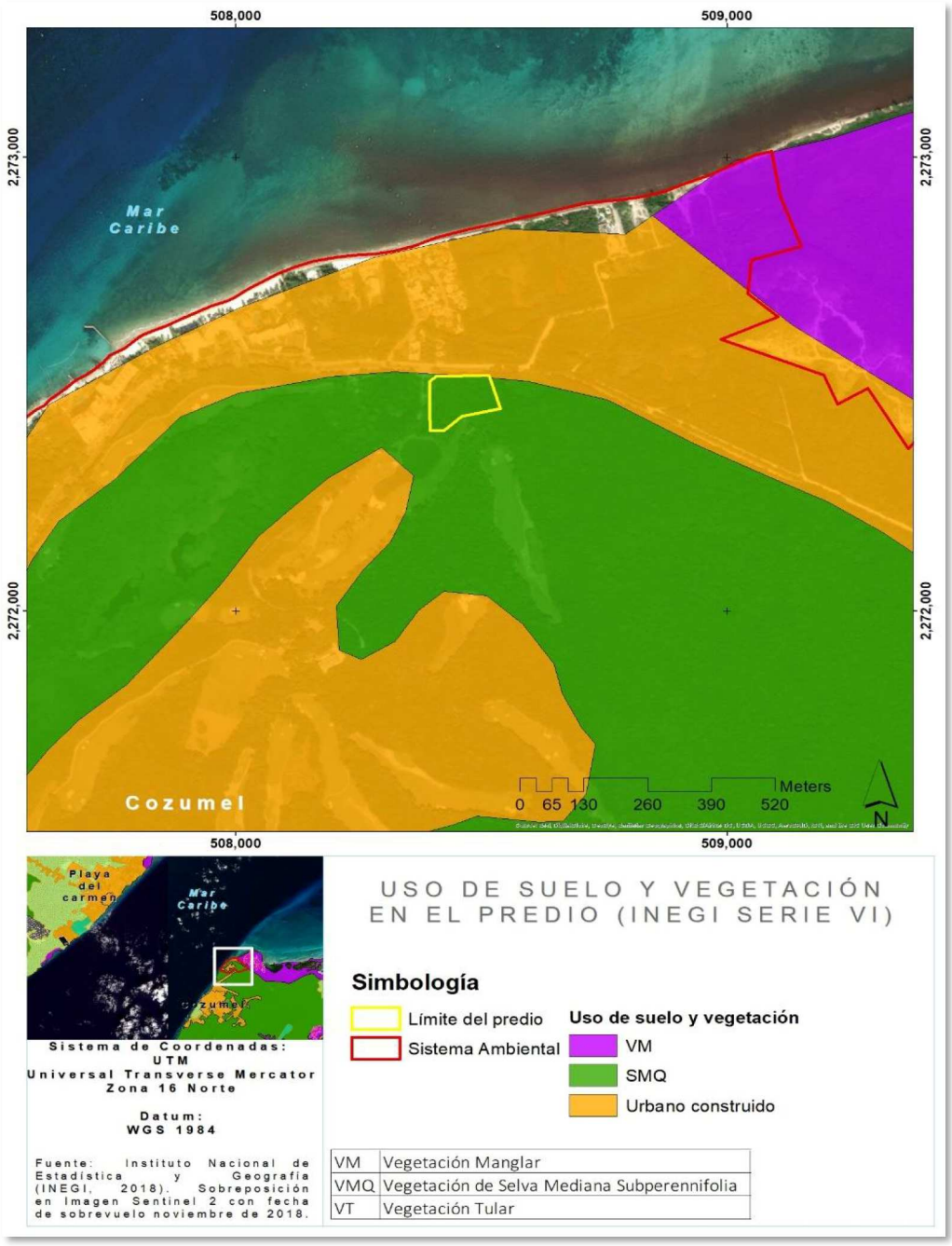


Figura 33. Mapa de vegetación INEGI Serie VI (2017).

La carta INEGI tiene una escala de 1:250,000, contiene información muy generalizada debido a que fue generada para abarcar todo el país, sin embargo, si se apegó a lo registrado en el predio. La brecha por escala no es visible en la cartografía del INEGI.

Tipos de Vegetación del predio.

Posteriormente se realizó un análisis de fotointerpretación de la imagen de satélite obtenidas del Google Earth (noviembre de 2019) y el ortofotomosaico (DRON) analizado. Con dicha información se generó un mapa de vegetación preliminar, el cual fue corregido y complementado con el trabajo de campo.

Con base en el trabajo de campo, se pudo observar que el predio tiene asociaciones vegetales similares a las mencionadas en la Guía para la interpretación de cartografía Uso de suelo y vegetación de INEGI (Serie VI).

De acuerdo con INEGI (2017)[9], los componentes arbóreos de este tipo de vegetación pierden estacionalmente su follaje en un 25 a 50%, se desarrolla en lugares con climas cálido húmedo y subhúmedos, Aw para las porciones más secas. Am para las más húmedas y Cw en menor proporción. Con temperaturas típicas entre 20 a 28°C. La precipitación total anual del orden de 1,000 a 1,600 mm. Se le puede localizar entre los 0 a 1,300 mm de altitud. 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 está conformado predominante por rocas cársticas. Los árboles de esta comunidad tienen contrafuertes y por lo general poseen muchas epífitas y lianas. Los árboles tienen una altura promedio de 25 a 30 m, alcanzan un diámetro a la altura del pecho menos que los de una 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 22m, y de 22 hasta 30m. Dentro de los estratos se encuentran variados tipos de palmas. Son especies importantes de este tipo de selva: *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* (yaaxnik), *Terminalia buceras* (pukte), *Alseis yucatanensis* (jaasché), *Psidium sartorianum* (pichiche'). Las epífitas más comunes son algunos helechos y musgos, abundantes orquídeas, bromeliáceas y aráceas. Se distribuye en Yucatán, Quintana Roo (incluyendo la isla de Cozumel), Campeche, Jalisco, Veracruz, Chiapas, Colima, Guerrero y Oaxaca.

Las especies características de esta vegetación en el predio resultaron ser: *Vitex gaumeri* (Ya'axnik) y *Manilkara zapota* (chicozapote), igualmente se tuvo presencia de otras especies como *Bursera simaruba* (Chacah) y *Metopium brownei* (Chechem).

Derivado de la caracterización y análisis de la vegetación en el predio, se tiene que existe una asociación: selva mediana subperennifolia y una brecha de terracería antigua como se muestra en la siguiente figura. Sin embargo, se reconoce que en

[9] Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2017. **Guía para la Interpretación de Cartografía: Uso de Suelo y Vegetación. Escala 1:250,000, Serie VI.** México.

la sección noreste del lote ya fue autorizado para el Plan Maestro de Cozumel Country Club, el desmonte y construcción de una vialidad, sin haber sido ejecutado aún.

Figura 34. Usos de suelo y vegetación en predio.

La selva mediana subperennifolia presenta un porcentaje de ocupación con relación a la superficie del predio de 94.00%, seguido de área definida como vialidad autorizada para Plan Maestro con un porcentaje de ocupación de 4.87% y finalmente una brecha de tarrecería con un porcentaje de ocupación de 1.13% (Cuadro 8).

Cuadro 8. Superficies y porcentajes de la asociación vegetal del área de estudio.

Tipos de vegetación y coberturas	Superficie m^2	%
Selva mediana subperennifolia	11,959.85	94.00
Vialidad para plan maestro*	620.20	4.87
Brecha de terracería	144.56	1.13
Total	**12,724.61**	**100**

*. Área autorizada en materia de impacto ambiental y cambio de uso de suelo forestal, sin embargo, aún no ha sido desmontada.

6.1.5.1 Descripción de la vegetación.

Los resultados del análisis florístico se presentan para selva mediana subperennifolia que es el tipo de vegetación en el predio.

Se presenta un desarrollo del análisis de los indicadores de diversidad en los términos que ha sido considerado en esta descripción.

Para el área muestreada de selva mediana subperennifolia se han registrado 32 especies y 19 familias botánicas. Las Leguminosas fueron las más representativas ya que se registraron 10 especies que significa el 31.25% del total.

Figura 35. Condiciones de la cobertura del predio. Arriba: selva mediana subperennifolia, Abajo izq. Brecha de terracería, Abajo derecha: residuos sólidos dispersos dentro del predio.

Cuadro 9. Familias registradas en el muestreo.

Familia	Especie	%
LEGUMINOSAE	10	31.25
MORACEAE	3	9.38
BIGNONIACEAE	2	6.25
BORAGINACEAE	2	6.25
ANACARDICACEAE	1	3.13
ANNONACEAE	1	3.13
APOCYNACEAE	1	3.13
ARECACEAE	1	3.13
BOMBACACEAE	1	3.13
BURSERACEAE	1	3.13
CECROPIACEAE	1	3.13
FLACOURTIACEAE	1	3.13
MALVACEAE	1	3.13
MYRTACEAE	1	3.13
NYCTAGINACEAE	1	3.13
RUBIACEAE	1	3.13
RUTACEAE	1	3.13
SAPINDACEAE	1	3.13
VERBENACEAE	1	3.13
TOTAL:	**32**	**100**

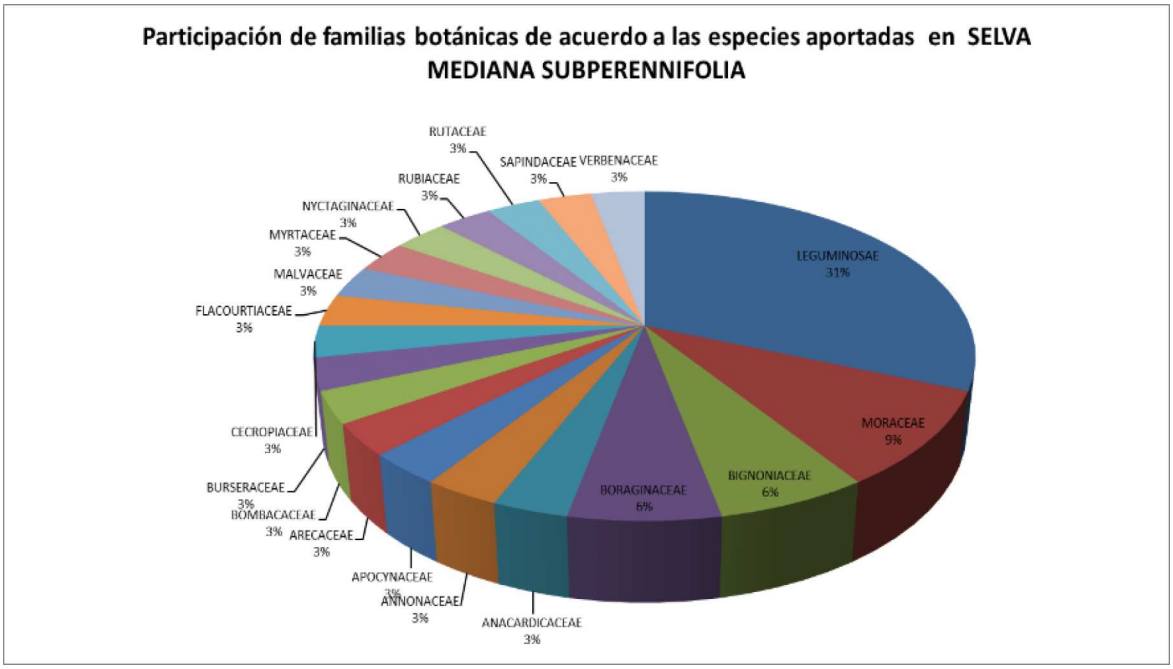


Figura 36. Participación de las familias botánicas presentes en el predio en función de la cantidad de especies representadas en Selva mediana subperennifolia.

Para cada estrato se pudieron diferenciar las especies de tal manera que contabilizaron 25, 11 y 8 especies para el estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo, respectivamente.

Se encontró que hay 3 especie compartida en los tres estratos y 4 especies que se encuentran en al menos dos de los estratos muestreados. Esta situación refleja un proceso de regeneración regular de esta cobertura de vegetación.

A continuación, se indica el total de especies que se han registrado en la cobertura de selva mediana subperennifolia del sitio.

Cuadro 10. Riqueza florística del inventario por estrato en Selva mediana subperennifolia.

FAMILIA	N. CIENTIFICO	N. COMUN	ESTRATO ARBOREO	ESTRATO ARBUSTIVO	ESTRATO HERBÁCEO
APOCYNACEAE	*Thevetia gaumeri*	Akitz	1	1	1
ANNONACEAE	*Annona reticulata*	Anonilla	1	0	0
BORAGINACEAE	*Cordia alliodora*	Bojon	1	0	0
BOMBACACEAE	*Ceiba pentandra*	Ceiba	1	0	0
BURSERACEAE	*Bursera simaruba*	Chaca	1	1	0
LEGUMINOSAE	*Caesalpinea mollis*	Chacteviga	1	0	0
FLACOURTIACEAE	*Laethia tamnia*	Chauche	0	1	0
ANACARDICACEAE	*Metopium brownei*	Chechen negro	1	0	0
MORACEAE	*Ficus cotinifolia*	Chocolatera	1	0	0
BORAGINACEAE	*Cordia dodecandra*	Ciricote	1	0	0

FAMILIA	N. CIENTIFICO	N. COMUN	ESTRATO ARBOREO	ESTRATO ARBUSTIVO	ESTRATO HERBÁCEO
LEGUMINOSAE	*Gliricidia sepium*	Cocoite	1	1	0
BIGNONIACEAE	*Cydista diversifolia*	Ek quish	0	0	1
CECROPIACEAE	*Cecropia peltata*	Guarumbo	1	0	0
ARECACEAE	*Sabal yapa*	Huano	0	0	1
LEGUMINOSAE	*Leucaena leucocephala*	Huaxin	1	0	0
LEGUMINOSAE	*Piscidia piscipula*	Jabin	1	1	0
SAPINDACEAE	*Thouinia paucidentata*	Kanchunup	1	0	0
LEGUMINOSAE	*Swartzia cubensis*	Katalox	1	0	0
RUTACEAE	*Esembeckia pentaphylla*	Kekenche	1	1	0
RUBIACEAE	*Guettarda elliptica*	Kibche	1	0	0
MALVACEAE	*Hampea trilobata*	Mahajua	0	0	1
MORACEAE	*Morus tinctoria*	Mora	1	0	0
MORACEAE	*Ficus maxima*	Sac away	1	0	0
MYRTACEAE	*Calypantres pallens*	Sac niche	0	1	0
LEGUMINOSAE	*Acacia dolichostachya*	Subin	1	1	1
NYCTAGINACEAE	*Neea psychotrioides*	Tadzi	1	1	1
LEGUMINOSAE	*Lysiloma latisiliquum*	Tzalam	1	0	0
BIGNONIACEAE	*Stizophyllum riparium*	Tzo bach	0	0	1
LEGUMINOSAE	*Lonchocarpus xuul*	Xuul	1	1	1
LEGUMINOSAE	*Senna racemosa*	Yaxjabin	1	0	0
LEGUMINOSAE	*Lonchocarpus yucatanensis*	Yax xuul	0	1	0
VERBENACEAE	*Vitex gaumeri*	Ya'axnik	1	0	0

Nota: 1= Registrada; 0=No registrada

Estrato arbóreo

En el estrato arbóreo fueron registradas 25 especies de 14 familias botánicas. La dominancia de las Leguminosas fue evidente en este estrato al contar con 9 especies y una participación de 36.00% del total registrado, es decir, aporta poco más de un tercio de las especies del estrato en este tipo de vegetación.

FAMILIA	ESPECIE	%
LEGUMINOSAE	9	36.00
MORACEAE	3	12.00
BORAGINACEAE	2	8.00
ANACARDICACEAE	1	4.00
ANNONACEAE	1	4.00
APOCYNACEAE	1	4.00
BOMBACACEAE	1	4.00
BURSERACEAE	1	4.00
CECROPIACEAE	1	4.00
NYCTAGINACEAE	1	4.00
RUBIACEAE	1	4.00
RUTACEAE	1	4.00
SAPINDACEAE	1	4.00
VERBENACEAE	1	4.00
TOTAL:	**25**	**100.00**

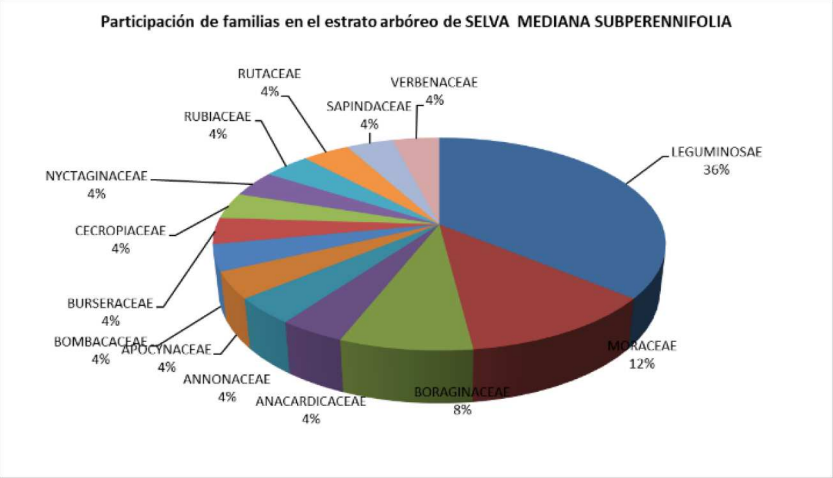


Figura 37. Participación por familia botánica en la riqueza específica para el estrato arbóreo de Selva mediana subperennifolia.

En el cuadro se identifican las especies registradas para este estrato y la familia a la que pertenecen.

Cuadro 11. Principales familias botánicas y especies presentes en estrato arbóreo.

FAMILIA	N. CIENTIFICO	N. COMUN
APOCYNACEAE	*Thevetia gaumeri*	Akitz
ANNONACEAE	*Annona reticulata*	Anonilla
BORAGINACEAE	*Cordia alliodora*	Bojon
BOMBACACEAE	*Ceiba pentandra*	Ceiba
BURSERACEAE	*Bursera simaruba*	Chaca
LEGUMINOSAE	*Caesalpinea mollis*	Chacteviga
ANACARDICACEAE	*Metopium brownei*	Chechen negro
MORACEAE	*Ficus cotinifolia*	Chocolatera

FAMILIA	N. CIENTIFICO	N. COMUN
BORAGINACEAE	*Cordia dodecandra*	Ciricote
LEGUMINOSAE	*Gliricidia sepium*	Cocoite
CECROPIACEAE	*Cecropia peltata*	Guarumbo
LEGUMINOSAE	*Leucaena leucocephala*	Huaxin
LEGUMINOSAE	*Piscidia piscipula*	Jabin
SAPINDACEAE	*Thouinia paucidentata*	Kanchunup
LEGUMINOSAE	*Swartzia cubensis*	Katalox
RUTACEAE	*Esembeckia pentaphylla*	Kekenche
RUBIACEAE	*Guettarda elliptica*	Kibche
MORACEAE	*Morus tinctoria*	Mora
MORACEAE	*Ficus maxima*	Sac away
LEGUMINOSAE	*Acacia dolichostachya*	Subin
NYCTAGINACEAE	*Neea psychotrioides*	Tadzi
LEGUMINOSAE	*Lysiloma latisiliquum*	Tzalam
LEGUMINOSAE	*Lonchocarpus xuul*	Xuul
LEGUMINOSAE	*Senna racemosa*	Yaxjabin
VERBENACEAE	*Vitex gaumeri*	Ya'axnik

Estrato arbustivo

Para el estrato arbustivo se contabilizó la presencia de 11 especies y 7 familias botánicas. Al igual que en el estrato alto (arbóreo), las leguminosas mantienen la mayor contribución de especies, ya que se han registrado 5 especies, por lo que su participación alcanza el 45.45%, es decir, casi la mitad de las especies del estrato.

FAMILIA	ESPECIE	%
LEGUMINOSAE	5	45.45
APOCYNACEAE	1	9.09
BURSERACEAE	1	9.09
FLACOURTIACEAE	1	9.09
MYRTACEAE	1	9.09
NYCTAGINACEAE	1	9.09
RUTACEAE	1	9.09
TOTAL:	**11**	**100**

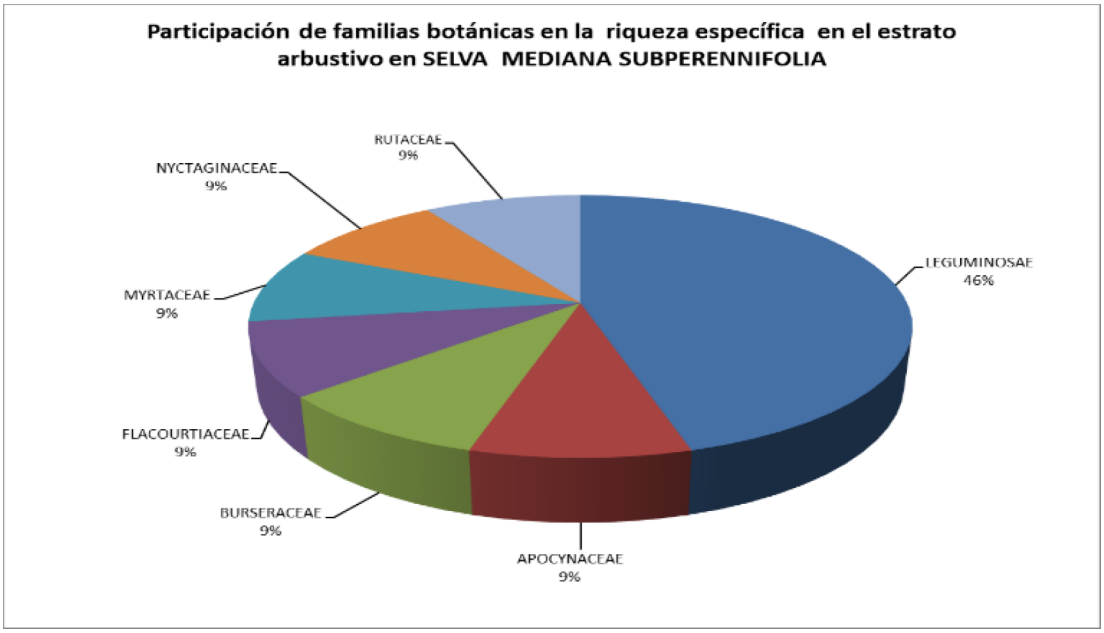


Figura 38. Participación por familia botánica en la riqueza específica en el estrato arbustivo en Selva mediana subperennifolia.

En el cuadro se pueden identificar las especies registradas y las familias botánicas a las cuales pertenecen.

Cuadro 12. Principales familias botánicas y especies presentes en estrato arbustivo en Selva mediana subperennifolia.

FAMILIA	N. CIENTIFICO	N. COMUN
APOCYNACEAE	*Thevetia gaumeri*	Akitz
BURSERACEAE	*Bursera simaruba*	Chaca
FLACOURTIACEAE	*Laethia tamnia*	Chauche
LEGUMINOSAE	*Gliricidia sepium*	Cocoite
LEGUMINOSAE	*Piscidia piscipula*	Jabin
RUTACEAE	*Esembeckia pentaphylla*	Kekenche
MYRTACEAE	*Calypantres pallens*	Sac niche

FAMILIA	N. CIENTIFICO	N. COMUN
LEGUMINOSAE	*Acacia dolichostachya*	Subin
NYCTAGINACEAE	*Neea psychotrioides*	Tadzi
LEGUMINOSAE	*Lonchocarpus xuul*	Xuul
LEGUMINOSAE	*Lonchocarpus yucatanensis*	Yax xuul

Estrato herbáceo

En el estrato herbáceo se han identificado sólo 8 especies pertenecientes a 6 familias botánicas. En este estrato, la dominancia de las familias es menos evidente, pero predominan las bignoniáceas y las leguminosas, cada una con 2 especies.

FAMILIA	ESPECIE	%
BIGNONIACEAE	2	25.00
LEGUMINOSAE	2	25.00
APOCYNACEAE	1	12.50
ARECACEAE	1	12.50
MALVACEAE	1	12.50
NYCTAGINACEAE	1	12.50
TOTAL:	**8**	**100**

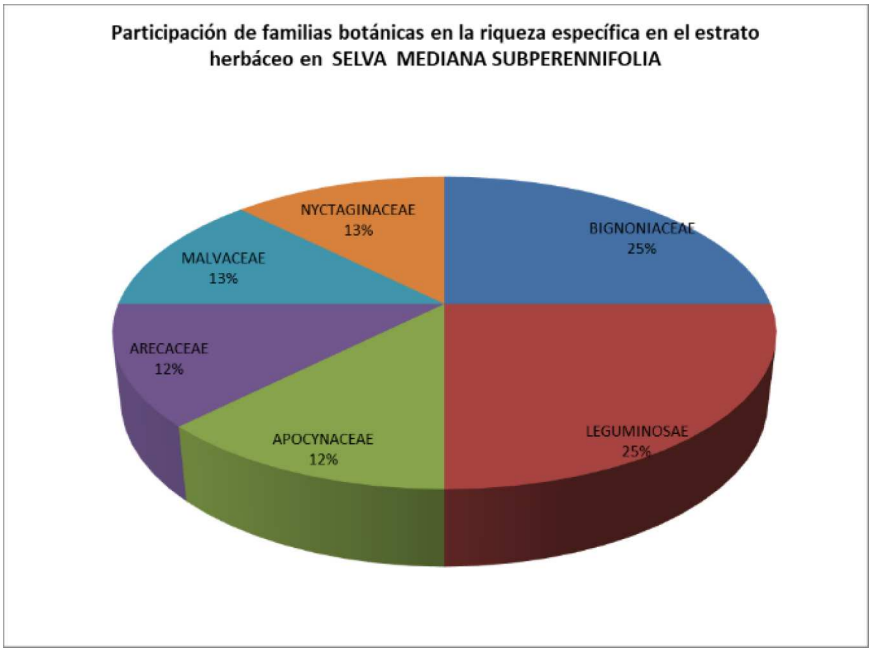


Figura 39. Participación de familias botánica en la riqueza específica en el estrato herbáceo en Selva mediana subperennifolia.

En el cuadro se identifican las especies y familias registradas en los sitios del predio.

Cuadro 13. Principales familias botánicas y especies presentes en estrato herbáceo en Selva mediana subperennifolia.

FAMILIA	N. CIENTIFICO	N. COMUN
APOCYNACEAE	*Thevetia gaumeri*	Akitz
BIGNONIACEAE	*Cydista diversifolia*	Ek quish
ARECACEAE	*Sabal yapa*	Huano
MALVACEAE	*Hampea trilobata*	Mahajua
LEGUMINOSAE	*Acacia dolichostachya*	Subin
NYCTAGINACEAE	*Neea psychotrioides*	Tadzi
BIGNONIACEAE	*Stizophyllum riparium*	Tzo bach
LEGUMINOSAE	*Lonchocarpus xuul*	Xuul

Función de acumulación de especies por sitio y estrato en selva mediana subperennifolia

En general se considera que el esfuerzo de muestreo empleado en este tipo de vegetación es bueno ya que permitió obtener el registro de la mayoría de las especies lo cual se muestra en la tendencia de la curva a estabilizarse o a incorporar pocas especies adicionales en los últimos sitios muestreados. Se identifica que en el del sitio 4 ya se cuenta con el 82% de las especies registradas del muestreo, siendo en el estrato arbóreo donde aún se incorporan especies, en tanto que en los estratos arbustivo y herbáceo la curva es asintónica a partir del sitio tres, respectivamente, por lo que se asume que, en estos casos, se han incluido la mayoría de las especies.

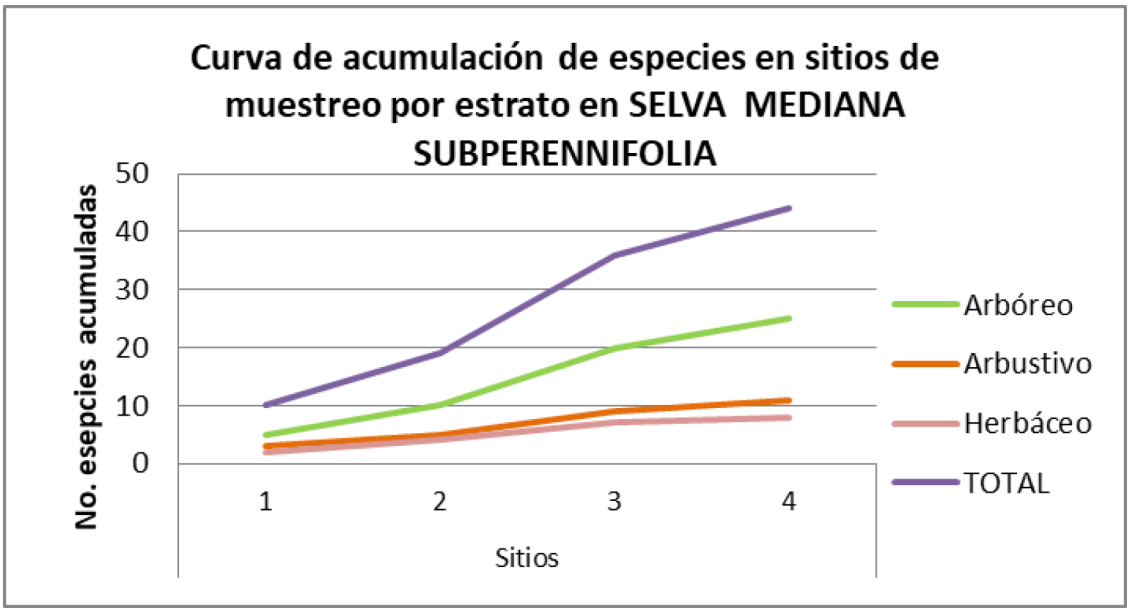


Figura 40. Curva de acumulación de especies en sitios de muestreo para cada estrato en Selva mediana subperennifolia.

Diversidad específica por sitio de muestreo y estrato

Los sitios presentaron una variación entre las 10 y 26 especies lo cual es un número más bien bajo de especies. Sólo un sitio registra más de 20 especies.

A nivel general el promedio de especies es de 17.5 especies por sitio mientras que el estrato arbóreo presenta un promedio de 10.5 especies por sitio y el arbustivo de 4.25 especies por sitio; el menos diverso fue el estrato herbáceo que registra apenas un promedio de 3 especies por sitio.

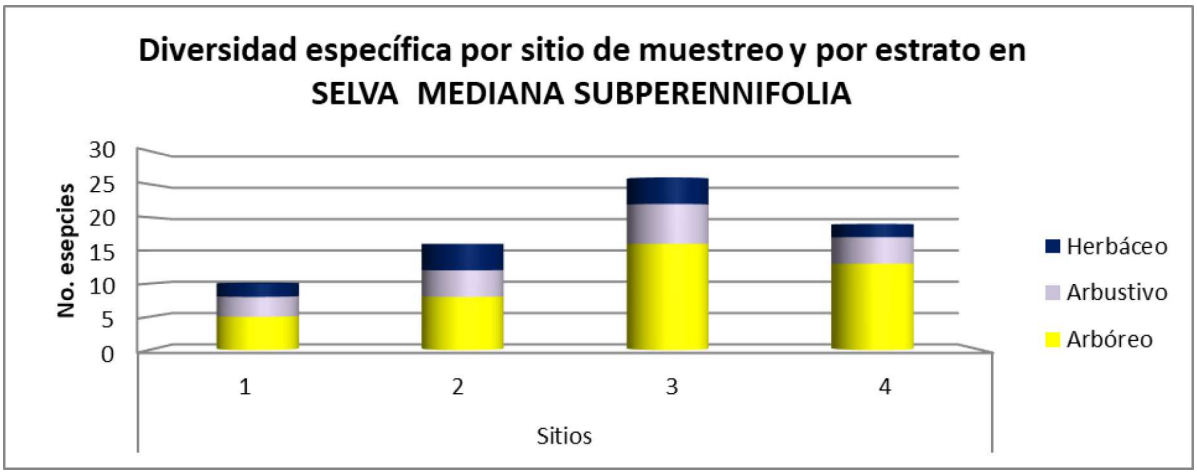


Figura 41. Diversidad específica por sitio de muestreo y por estrato en Selva mediana subperennifolia.

Cantidad de individuos por sitio de muestreo y estrato

El muestreo arroja que en cuanto a la cantidad de individuos por sitio existe un promedio general de 38.00 ind/sitio aunque se presenta una variación que va desde los 24 hasta los 52 individuos por sitio. A nivel de estratos se tiene que el arbóreo alcanza un promedio de 26.5 individuos por sitio, en tanto que el arbustivo es de 8.5 individuos; en el caso del estrato herbáceo se alcanzan apenas 3.0 ind/sitio.

Son dos sitios los que muestran una cantidad superior o igual a los 40 individuos, en tanto que los otros dos sitios tienen menos de 30 individuos.

Figura 42. Cantidad de individuos por sitio de muestreo por estrato en Selva mediana subperennifolia.

Índices de Riqueza específica, de Simpson, de Shannon-Wiener y de Pielou en selva mediana subperennifolia.

En el cuadro se hace un resumen de los índices obtenidos en cada uno de los estratos destacando que en lo general los valores registrados para la riqueza específica en los tres estratos se consideran regulares o medios, lo que infiere un estado de conservación regular, lo cual se deriva de afectaciones y presencia antrópica y afectaciones de alto impacto por fenómenos naturales antiguos.

Cuadro 14. Indicadores de diversidad y estructura en tres estratos de vegetación en Selva mediana subperennifolia.

	Riqueza Específica	Dominancia	Equitabilidad	
Estrato	**S**	**Indice de Simpson**	**Indice de Shannon-Wiener H'**	**J**
Arbóreo	25	0.904	3.935	0.85
Arbustivo	11	0.803	2.810	0.81
Herbáceo	8	0.847	2.855	0.95

Del cuadro se desprende que el estrato arbóreo fue el más diverso con 25 especies y que esta riqueza disminuye a más de la mitad en el estrato arbustivo, que sólo registra 11 especies, en tanto que el estrato herbáceo reporta apenas 8 especies, lo que implica que existe un proceso de regeneración regular, derivado de impactos naturales y antrópicos. Se reportan sólo 3 especies compartidas en los tres estratos, mientras que 4 especies se reportan sólo para dos estratos, ya sea arbóreo-arbustivo o arbustivo-herbáceo.

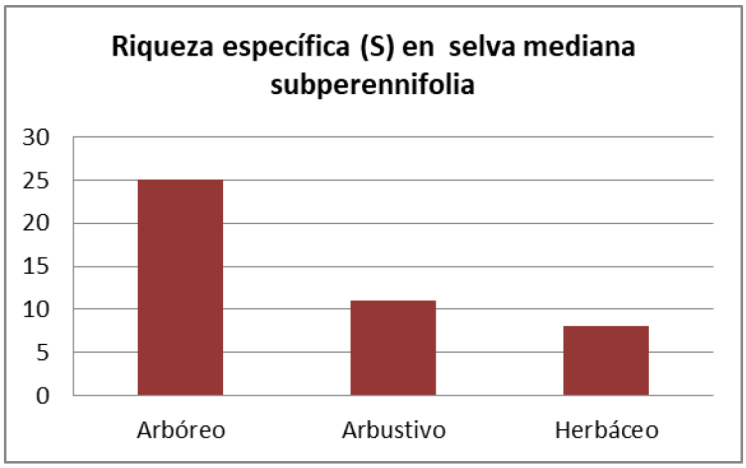


Figura 43. Gráfico de la riqueza específica por estrato en Selva mediana subperennifolia.

En el caso del Índice de Simpson los tres estratos muestran valores que van de 0.80 hasta 0.91 lo que permite inferir que los individuos de las especies están distribuidos bastante bien y que la probabilidad de encontrar dos individuos de la misma especie con distribución dominante es alta en cualquier sitio de muestreo. Se puede concluir que las especies más dominantes dentro de cada estrato tiene una buena distribución a través del área muestreada en el predio.

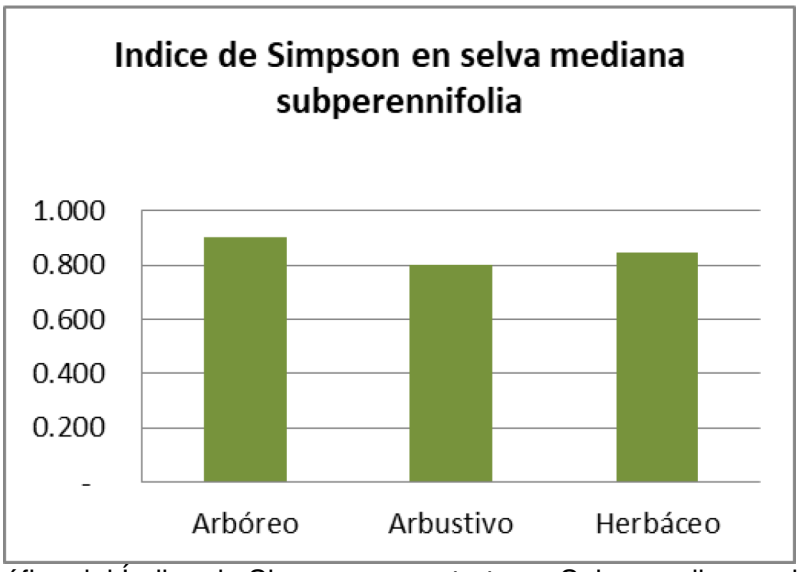


Figura 44. Gráfica del Índice de Simpson por estrato en Selva mediana subperennifolia.

Los valores del índice de Shannon indican que la selva mediana subperennifolia evaluada tiene una diversidad de regular a buena, ya que se alcanzan valores que van de 2.8 a 3.9 que permite inferir que hay un buen estado de conservación, a pesar de que existen pocas especies dentro del predio. El valor más alto, obtenido en el estrato arbóreo permite inferir una condición de recuperación de la estructura, aunque aún queda un proceso de regeneración en los estratos bajos.

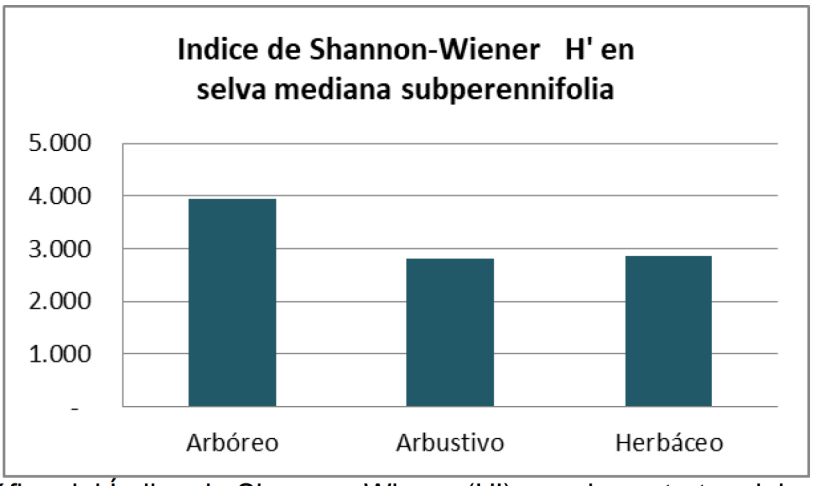


Figura 45. Gráfico del Índice de Shannon-Wiener (H') para los estratos del predio en Selva mediana subperennifolia.

El Índice de Pielou (J) mide la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1 de tal manera que 1 corresponde a situaciones en donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988). En el gráfico los valores están entre 0.75 para el estrato arbóreo, en el que se asume una fuerte dominancia de especies o grupo de especies, en tanto que para el caso de los estratos arbustivo y herbáceo, cercanos a valores de 0.9, la tendencia es a que las distribución de especies sea más homogénea y exista menos dominancia entre ellas. Se considera una estructura y distribución específica regularmente homogénea, lo cual se puede inferir como una masa arbolada en regeneración posterior a impactos severos debido principalmente al huracán Wilma ocurrido en el año 2005, que afectó la Isla de Cozumel con categoría 5, es decir, vientos por arriba de los 270 km/Hr.

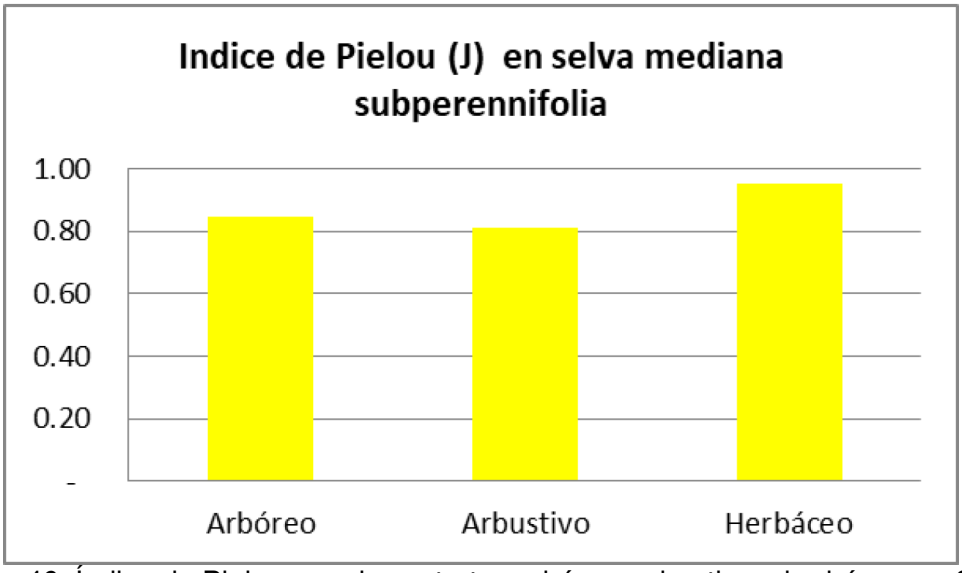


Figura 46. Índice de Pielou para los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo en Selva mediana subperennifolia.

Índice de Valor de Importancia

Como este valor es un indicador de la importancia ecológica de cada especie, a continuación, se presentan dichos valores de acuerdo al estrato en que se muestreó.

Estrato arbóreo

Destacan *Piscidia piscipula* y *Bursera simaruba* con el 17.32 y el 12.62% respectivamente, del IVI total de este estrato que deja evidenciada la importancia de estas dos especies dentro del predio, particularmente de la primera de ellas. Estas dos especies aportan el 29.94% del IVI total del estrato.

Cuadro 15. Valor de Importancia de las especies en el estrato arbóreo en Selva mediana subperennifolia.

Nombre común	Nombre científico	IVI	% IVI
Jabin	*Piscidia piscipula*	51.95	17.32
Chaca	*Bursera simaruba*	37.86	12.62
Xuul	*Lonchocarpus xuul*	22.42	7.47
Cocoite	*Gliricidia sepium*	21.48	7.16
Akitz	*Thevetia gaumeri*	18.45	6.15
Ceiba	*Ceiba pentandra*	15.73	5.24
Tadzi	*Neea psychotrioides*	14.69	4.90
Kanchunup	*Thouinia paucidentata*	13.66	4.55
Kekenche	*Esembeckia pentaphylla*	10.30	3.43
Yaxjabin	*Senna racemosa*	10.28	3.43
Chechen negro	*Metopium brownei*	9.15	3.05
Sac away	*Ficus maxima*	8.02	2.67
Tzalam	*Lysiloma latisiliquum*	8.00	2.67
Ciricote	*Cordia dodecandra*	6.88	2.29
Katalox	*Swartzia cubensis*	5.69	1.90
Bojon	*Cordia alliodora*	5.53	1.84
Ya'axnik	*Vitex gaumeri*	5.51	1.84
Huaxin	*Leucaena leucocephala*	5.50	1.83
Mora	*Morus tinctoria*	5.29	1.76
Kibche	*Guettarda elliptica*	4.15	1.38
Guarumbo	*Cecropia peltata*	4.13	1.38
Subin	*Acacia dolichostachya*	3.97	1.32
Chocolatera	*Ficus cotinifolia*	3.86	1.29
Chacteviga	*Caesalpinea mollis*	3.78	1.26
Anonilla	*Annona reticulata*	3.70	1.23
	Total general	**300.00**	**100.00**

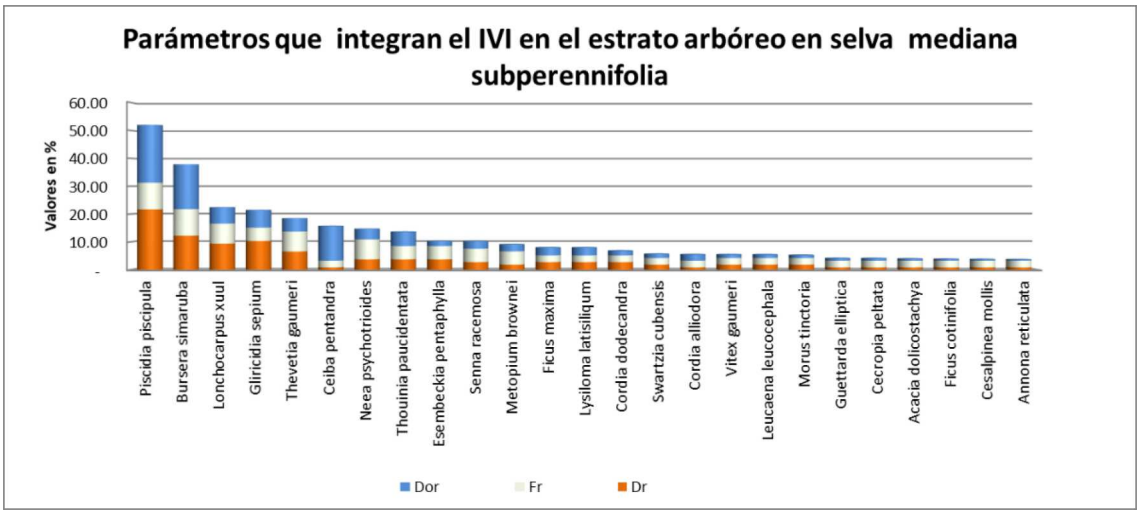


Figura 47. IVI para el estrato arbóreo en Selva mediana subperennifolia.

En el cuadro se observan los parámetros para construir la gráfica del IVI que permiten identificar el motivo por el cual *Piscidia piscipula* tenga el mayor valor del IVI del estrato. Los valores altos de densidad, frecuencia y dominancia son evidentemente altos comparados con los obtenidos para las otras especies.

Cuadro 16. Parámetros ecológicos para el estrato arbóreo ordenados por IVI en Selva mediana subperennifolia.

		Densidad específica		Frecuencia		Dominancia			
Nombre comun	**Nombre científico**	**Da**	**Dr**	**F**	**Fr**	**Doa**	**Dor**	**IVI**	**% IVI**
Jabin	*Piscidia piscipula*	115.00	21.70	4	9.52	0.449	20.73	51.95	17.32
Chaca	*Bursera simaruba*	65.00	12.26	4	9.52	0.348	16.07	37.86	12.62
Xuul	*Lonchocarpus xuul*	50.00	9.43	3	7.14	0.127	5.84	22.42	7.47
Cocoite	*Gliricidia sepium*	55.00	10.38	2	4.76	0.137	6.34	21.48	7.16
Akitz	*Thevetia gaumeri*	35.00	6.60	3	7.14	0.102	4.71	18.45	6.15
Ceiba	*Ceiba pentandra*	5.00	0.94	1	2.38	0.269	12.40	15.73	5.24
Tadzi	*Neea psychotrioides*	20.00	3.77	3	7.14	0.082	3.77	14.69	4.90
Kanchunup	*Thouinia paucidentata*	20.00	3.77	2	4.76	0.111	5.13	13.66	4.55
Kekenche	*Esembeckia pentaphylla*	20.00	3.77	2	4.76	0.038	1.76	10.30	3.43
Yaxjabin	*Senna racemosa*	15.00	2.83	2	4.76	0.058	2.69	10.28	3.43
Chechen negro	*Metopium brownei*	10.00	1.89	2	4.76	0.054	2.51	9.15	3.05
Sac away	*Ficus maxima*	15.00	2.83	1	2.38	0.061	2.81	8.02	2.67
Tzalam	*Lysiloma latisiliquum*	15.00	2.83	1	2.38	0.061	2.79	8.00	2.67
Ciricote	*Cordia dodecandra*	15.00	2.83	1	2.38	0.036	1.67	6.88	2.29
Katalox	*Swartzia cubensis*	10.00	1.89	1	2.38	0.031	1.42	5.69	1.90
Bojon	*Cordia alliodora*	5.00	0.94	1	2.38	0.048	2.21	5.53	1.84
Ya'axnik	*Vitex gaumeri*	10.00	1.89	1	2.38	0.027	1.24	5.51	1.84
Huaxin	*Leucaena leucocephala*	10.00	1.89	1	2.38	0.027	1.24	5.50	1.83

		Densidad específica		Frecuencia		Dominancia			
Nombre comun	**Nombre científico**	**Da**	**Dr**	**F**	**Fr**	**Doa**	**Dor**	**IVI**	**% IVI**
Mora	*Morus tinctoria*	10.00	1.89	1	2.38	0.022	1.02	5.29	1.76
Kibche	*Guettarda elliptica*	5.00	0.94	1	2.38	0.018	0.83	4.15	1.38
Guarumbo	*Cecropia peltata*	5.00	0.94	1	2.38	0.017	0.80	4.13	1.38
Subin	*Acacia dolichostachya*	5.00	0.94	1	2.38	0.014	0.65	3.97	1.32
Chocolatera	*Ficus cotinifolia*	5.00	0.94	1	2.38	0.012	0.54	3.86	1.29
Chacteviga	*Caesalpinea mollis*	5.00	0.94	1	2.38	0.010	0.46	3.78	1.26
Anonilla	*Annona reticulata*	5.00	0.94	1	2.38	0.008	0.38	3.70	1.23
	Total general	530.00	100.00	42.00	100.00	2.17	100.00	300.00	100.00

Estrato Arbustivo

Para este estrato las estimaciones arrojan que *Lonchocarpus xuul* fue la de mayor relevancia al contribuir con el 25.96%, seguida por *Esembeckia pentaphylla* con el 20.11% del IVI, de tal manera que estas dos especies aportan el 46.07% del IVI del estrato.

Cuadro 17. Valor de importancia para el estrato arbustivo en Selva mediana subperennifolia.

Nombre común	**Nombre científico**	**IVI**	**% IVI**
Xuul	*Lonchocarpus xuul*	77.87	25.96
Kekenche	*Esembeckia pentaphylla*	60.32	20.11
Jabin	*Piscidia piscipula*	42.35	14.12
Cocoite	*Gliricidia sepium*	32.42	10.81
Akitz	*Thevetia gaumeri*	20.83	6.94
Tadzi	*Neea psychotrioides*	12.45	4.15
Subin	*Acacia dolichostachya*	12.20	4.07
Chaca	*Bursera simaruba*	11.29	3.76
Yax xuul	*Lonchocarpus yucatanensis*	10.52	3.51
Chauche	*Laethia tamnia*	10.11	3.37
Sac niche	*Calypantres pallens*	9.64	3.21
	Total general	**300.00**	**100.00**

Como se puede observar en el gráfico, la dominancia es compartida entre las dos especies comentadas, aunque sus valores en lo individual van decreciendo.

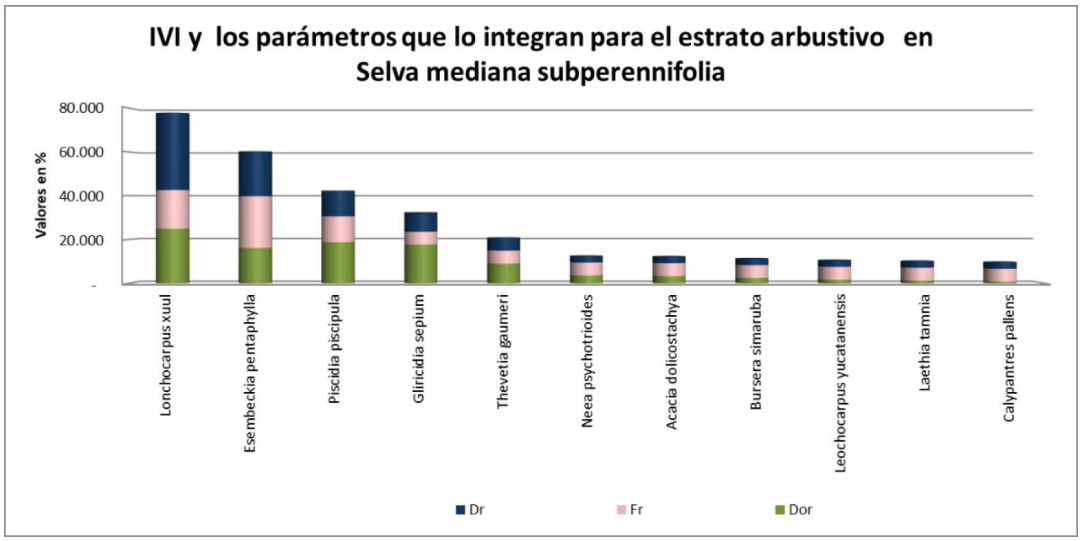


Figura 48. IVI para el estrato arbustivo en Selva mediana subperennifolia.

La relevancia en los valores de los parámetros para las dos especies más importantes, se pueden observar en el cuadro que se presentan a continuación.

Cuadro 18. Parámetros ecológicos para el estrato arbustivo en Selva mediana subperennifolia.

		Densidad específica		Frecuencia		Dominancia			
Nombre común	**Nombre científico**	**Da**	**Dr**	**F**	**Fr**	**Doa**	**Dor**	**IVI**	**% IVI**
Xuul	*Lonchocarpus xuul*	1,200.00	35.29	3	17.65	0.018	24.933	77.87	25.96
Kekenche	*Esembeckia pentaphylla*	700.00	20.59	4	23.53	0.011	16.204	60.32	20.11
Jabin	*Piscidia piscipula*	400.00	11.76	2	11.76	0.013	18.823	42.35	14.12
Cocoite	*Gliricidia sepium*	300.00	8.82	1	5.88	0.012	17.719	32.42	10.81
Akitz	*Thevetia gaumeri*	200.00	5.88	1	5.88	0.006	9.061	20.83	6.94
Tadzi	*Neea psychotrioides*	100.00	2.94	1	5.88	0.003	3.623	12.45	4.15
Subin	*Acacia dolichostachya*	100.00	2.94	1	5.88	0.002	3.374	12.20	4.07
Chaca	*Bursera simaruba*	100.00	2.94	1	5.88	0.002	2.464	11.29	3.76
Yax xuul	*Lonchocarpus yucatanensis*	100.00	2.94	1	5.88	0.001	1.696	10.52	3.51
Chauche	*Laethia tamnia*	100.00	2.94	1	5.88	0.001	1.289	10.11	3.37
Sac niche	*Calypantres pallens*	100.00	2.94	1	5.88	0.001	0.813	9.64	3.21
	Total general	**3,400**	**100.00**	**17.00**	**100.00**	**0.07**	**100.00**	**300.00**	**100.00**

Estrato herbáceo

Para este estrato fue registrada una importancia ecológica mayor para la especie *Cydista diversifolia, Neea psychotrioides* y *Stizophyllum riparium* con el 20.51%, 17.52% y 17.52%, respectivamente, aportando en total un 55.55% del IVI del estrato.

Cuadro 19. Valor de importancia para el estrato herbáceo en Selva mediana subperennifolia.

Nombre comun	Nombre científico	IVI	% IVI
Ek quish	*Cydista diversifolia*	61.54	20.51
Tadzi	*Neea psychotrioides*	52.56	17.52
Tzo bach	*Stizophyllum riparium*	52.56	17.52
Akitz	*Thevetia gaumeri*	32.05	10.68
Mahajua	*Hampea trilobata*	32.05	10.68
Subin	*Acacia dolichostachya*	32.05	10.68
Huano	*Sabal yapa*	20.51	6.84
Xuul	*Lonchocarpus xuul*	16.67	5.56
	Total general	**300.00**	**100.00**

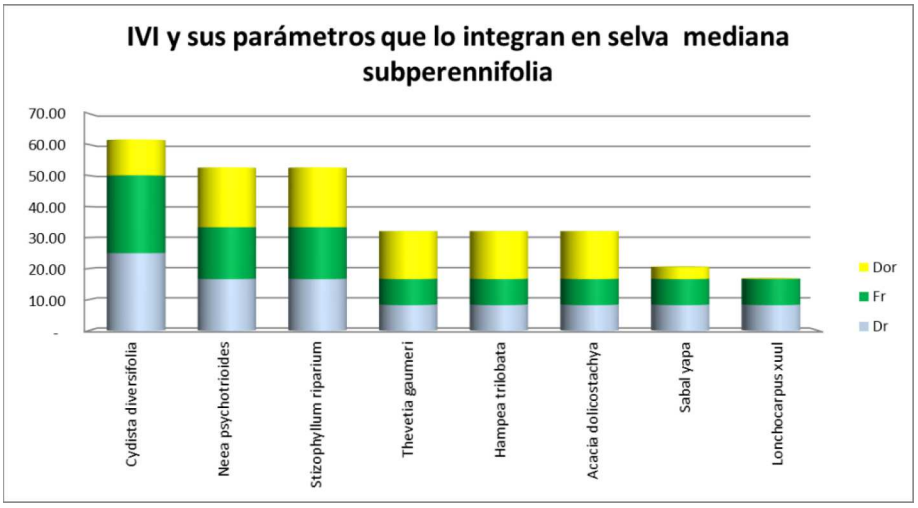


Figura 49. Gráfico de la curva del valor de importancia para las especies del estrato herbáceo en Selva mediana subperennifolia.

Con los datos del inventario se obtuvieron los parámetros para construir el IVI correspondiente a este estrato por lo que a continuación se presenta el cuadro que tiene cada especie en el estrato herbáceo.

Cuadro 20. Parámetros ecológicos para el estrato herbáceo en Selva mediana subperennifolia.

		Densidad específica		Frecuencia		Dominancia			
Nombre común	**Nombre científico**	**Da**	**Dr**	**F**	**Fr**	**Doa**	**Dor**	**IVI**	**% IVI**
Ek quish	*Cydista diversifolia*	100.00	25.00	3	25.00	0.000	11.538	61.54	20.51
Tadzi	*Neea psychotrioides*	66.67	16.67	2	16.67	0.000	19.230	52.56	17.52
Tzo bach	*Stizophyllum riparium*	66.67	16.67	2	16.67	0.000	19.230	52.56	17.52
Akitz	*Thevetia gaumeri*	33.33	8.33	1	8.33	0.000	15.384	32.05	10.68
Mahajua	*Hampea trilobata*	33.33	8.33	1	8.33	0.000	15.384	32.05	10.68
Subin	*Acacia dolichostachya*	33.33	8.33	1	8.33	0.000	15.384	32.05	10.68
Huano	*Sabal yapa*	33.33	8.33	1	8.33	0.000	3.846	20.51	6.84
Xuul	*Lonchocarpus xuul*	33.33	8.33	1	8.33	0.000	0.006	16.67	5.56
	Total, general	400.00	100.00	12.00	100.00	0.00	100.00	300.00	100.00

Abundancia y densidad de arbolado

Se ha estimado que en total existen 11,430 individuos/Ha distribuidos en los tres estratos que integran la estructura vertical de la vegetación del predio, teniendo, como es esperado, una alta abundancia en los estratos bajos (3,400 individuos/Ha en arbustivos y 7,500 individuos/Ha en el estrato herbáceo) y menos individuos en el estrato arbóreo (530 árboles/Ha).

En lo general *Lonchocarpus xuul* se presenta como la especie más abundante, particularmente dominando el estrato arbustivo. *Piscidia piscipula* y *Bursera simaruba* son las especies que sobresalen en el estrato arbóreo.

Estrato arbóreo.

Para el caso del estrato arbóreo se han contabilizado un número total de 530 individuos/Ha lo cual se puede interpretar como un número bueno. Las especies *Piscidia piscipula* y *Bursera simaruba* fueron las más importantes en abundancia al contribuir con el 21.69 y 12.26% para este estrato, respectivamente.

Estrato arbustivo

Para el caso de este estrato se ha estimado con el muestreo que existen alrededor de 3,400 individuos/ha de los cuales *Lonchocarpus xuul*, fue la más abundante, aportando el 35.29% en este estrato.

Estrato herbáceo

El estrato herbáceo cuenta con 7,500 individuos/Ha en las que *Cydista diversifolia* participa con un 25.0% del total.

Cuadro 21. Cantidad de individuos por unidad de superficie (1 hectárea) en Selva mediana subperennifolia.

		No. individuos/Ha				
NOMBRE COMUN	**Nombre científico**	**ARBOLES**	**ARBUSTOS**	**HERBÁCEO**	**TOTAL**	**%**
Akitz	*Thevetia gaumeri*	35.00	200.00	625.00	860.00	7.52
Anonilla	*Annona reticulata*	5.00	-	-	5.00	0.04
Bojon	*Cordia alliodora*	5.00	-	-	5.00	0.04
Ceiba	*Ceiba pentandra*	5.00	-	-	5.00	0.04
Chaca	*Bursera simaruba*	65.00	100.00	-	165.00	1.44
Chacteviga	*Caesalpinea mollis*	5.00	-	-	5.00	0.04
Chauche	*Laethia tamnia*	-	100.00	-	100.00	0.87
Chechen negro	*Metopium brownei*	10.00	-	-	10.00	0.09
Chocolatera	*Ficus cotinifolia*	5.00	-	-	5.00	0.04
Ciricote	*Cordia dodecandra*	15.00	-	-	15.00	0.13
Cocoite	*Gliricidia sepium*	55.00	300.00	-	355.00	3.11
Ek quish	*Cydista diversifolia*	-	-	1,875.00	1,875.00	16.40
Guarumbo	*Cecropia peltata*	5.00	-	-	5.00	0.04
Huano	*Sabal yapa*	-	-	625.00	625.00	5.47
Huaxin	*Leucaena leucocephala*	10.00	-	-	10.00	0.09
Jabin	*Piscidia piscipula*	115.00	400.00	-	515.00	4.51
Kanchunup	*Thouinia paucidentata*	20.00	-	-	20.00	0.17
Katalox	*Swartzia cubensis*	10.00	-	-	10.00	0.09
Kekenche	*Esembeckia pentaphylla*	20.00	700.00	-	720.00	6.30
Kibche	*Guettarda elliptica*	5.00	-	-	5.00	0.04
Mahajua	*Hampea trilobata*	-	-	625.00	625.00	5.47
Mora	*Morus tinctoria*	10.00	-	-	10.00	0.09
Sac away	*Ficus maxima*	15.00	-	-	15.00	0.13
Sac niche	*Calypantres pallens*	-	100.00	-	100.00	0.87
Subin	*Acacia dolichostachya*	5.00	100.00	625.00	730.00	6.39
Tadzi	*Neea psychotrioides*	20.00	100.00	1,250.00	1,370.00	11.99
Tzalam	*Lysiloma latisiliquum*	15.00	-	-	15.00	0.13
Tzo bach	*Stizophyllum riparium*	-	-	1,250.00	1,250.00	10.94
Xuul	*Lonchocarpus xuul*	50.00	1,200.00	625.00	1,875.00	16.40
Yaxjabin	*Senna racemosa*	15.00	-	-	15.00	0.13

NOMBRE COMUN	Nombre científico	No. individuos/Ha				
		ARBOLES	ARBUSTOS	HERBÁCEO	TOTAL	%
Yax xuul	*Lonchocarpus yucatanensis*	-	100.00	-	100.00	0.87
Ya'axnik	*Vitex gaumeri*	10.00	-	-	10.00	0.09
		530.00	3,400.00	7,500.00	11,430.00	100.00

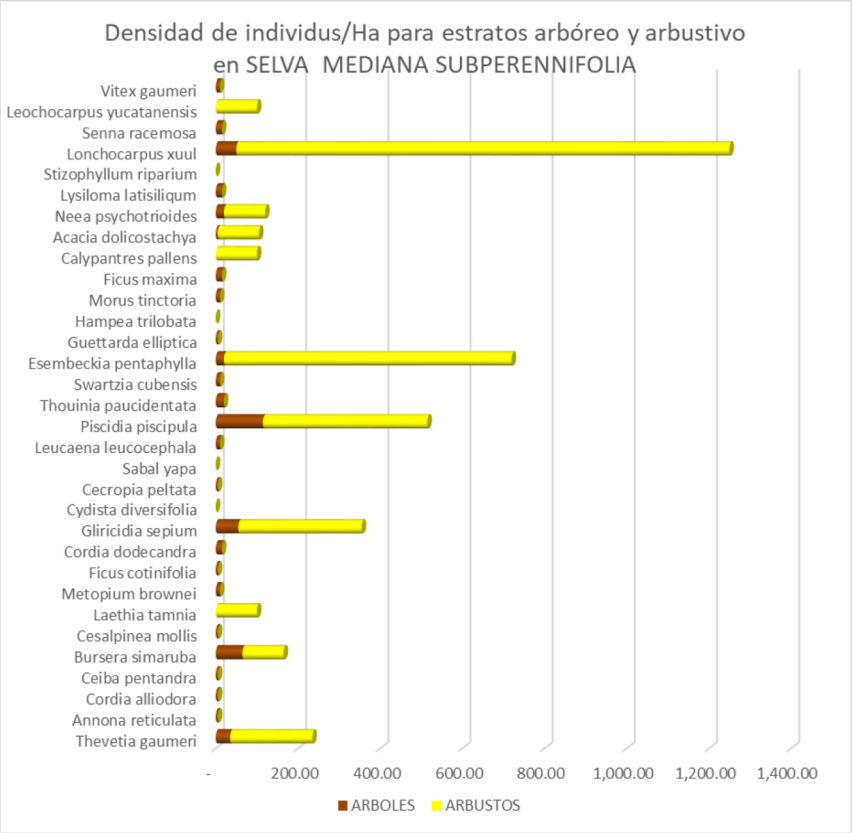


Figura 50. Densidad de individuos por especie para los estratos arbóreo y arbustivo en Selva mediana subperennifolia.

Estructura de tamaños

Diámetros

El promedio general diamétrico de los individuos muestreados alcanzó los 11.54 cm y se registró un diámetro máximo de 58.50 cm que correspondió a un individuo de *Ceiba pentandra*. Sólo dos especies promediaron más de 20 cm de diámetro, a saber, *Cordia alliodora* y *Ceiba pentandra*.

En el cuadro siguiente se muestran los diámetros promedio, mínimos y máximos que arrojó el muestreo en este tipo de vegetación.

Cuadro 22. Diámetros mínimos, promedio y máximos por especie en selva mediana subperennifolia.

		Diámetro (cm)			
Nombre común	**Nombre científico**	**Mínimo**	**Promedio**	**Máximo**	**Frecuencia**
Ceiba	*Ceiba pentandra*	58.50	58.50	58.50	1
Bojon	*Cordia alliodora*	24.70	24.70	24.70	1
Kanchunup	*Thouinia paucidentata*	15.10	18.52	22.90	4
Chechen negro	*Metopium brownei*	10.00	17.15	24.30	2
Chaca	*Bursera simaruba*	4.70	16.17	34.60	14
Tzalam	*Lysiloma latisiliquum*	11.60	15.27	22.10	3
Sac away	*Ficus maxima*	10.60	15.17	22.60	3
Yaxjabin	*Senna racemosa*	11.70	15.17	20.90	3
Kibche	*Guettarda elliptica*	15.10	15.10	15.10	1
Guarumbo	*Cecropia peltata*	14.90	14.90	14.90	1
Katalox	*Swartzia cubensis*	13.70	14.00	14.30	2
Jabin	*Piscidia piscipula*	3.30	13.87	24.90	27
Huaxin	*Leucaena leucocephala*	12.40	13.05	13.70	2
Ya'axnik	*Vitex gaumeri*	11.00	12.95	14.90	2
Ciricote	*Cordia dodecandra*	11.20	12.33	14.00	3
Chocolatera	*Ficus cotinifolia*	12.20	12.20	12.20	1
Mora	*Morus tinctoria*	11.70	11.85	12.00	2
Chacteviga	*Caesalpinea mollis*	11.20	11.20	11.20	1
Cocoite	*Gliricidia sepium*	3.20	11.16	18.10	14
Akitz	*Thevetia gaumeri*	1.00	10.65	17.30	10
Anonilla	*Annona reticulata*	10.20	10.20	10.20	1
Tadzi	*Neea psychotrioides*	0.50	10.19	18.90	7
Xuul	*Lonchocarpus xuul*	0.02	7.67	16.40	23
Kekenche	*Esembeckia pentaphylla*	2.70	6.84	12.10	11
Subin	*Acacia dolichostachya*	1.00	6.63	13.40	3
Yax xuul	*Lonchocarpus yucatanensis*	3.90	3.90	3.90	1
Chauche	*Laethia tamnia*	3.40	3.40	3.40	1
Sac niche	*Calypantres pallens*	2.70	2.70	2.70	1
Mahajua	*Hampea trilobata*	1.00	1.00	1.00	1
Tzo bach	*Stizophyllum riparium*	0.50	0.75	1.00	2
Ek quish	*Cydista diversifolia*	0.50	0.50	0.50	3
Huano	*Sabal yapa*	0.50	0.50	0.50	1
		0.02	11.54	58.50	152.00

En la figura se pueden apreciar las condiciones diamétricas de los individuos muestreados de acuerdo a las especies registradas; están ordenadas de acuerdo al promedio de cada una de las especies, por lo que es fácil observar que los "picos superiores" corresponden a los máximos alcanzados por los individuos registrados para cada especie en particular y, por el contrario, los "picos inversos", indican el

diámetro mínimo para esa especie, de tal manera que ubicando el pico superior e inferior de la especie se identifica el rango de variación de los individuos registrados en el muestro para cada una de ellas.

Con dicho gráfico se puede identificar las especies con mayores rangos de variación diamétrica como *Piscidia pisipula*, *Bursera simaruba* y *Gliricidia sepium*, entre otras.

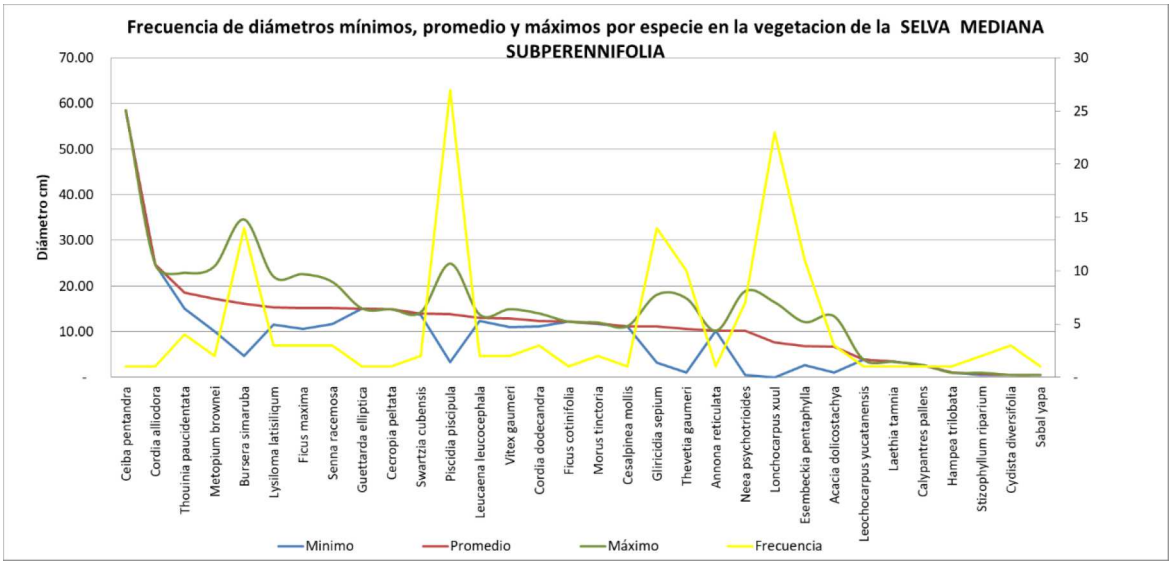


Figura 51. Diámetros mínimos, promedio y máximos en individuos muestreados en el predio en selva mediana subperennifolia.

Como se puede observar en la figura siguiente, la distribución diamétrica tiene un patrón normal de una curva de Licourt, pero con una pendiente pronunciada en las primeras categorías diamétricas en donde se concentra la mayor cantidad de individuos, lo cual obedece, a un proceso de impactos previos asociado a las afectaciones del huracán Wilma del año 2005, lo que provocó la afectación de arbolado adulto con diámetro grande, de tal manera que ahora existen pocos árboles en esas categorías, y una mayor concentración en las categorías inferiores (menor a 15 cm). Se observa también un "escalón" que permite inferir que algunas categorías diamétricas mayores fueron afectadas con mayor intensidad que aquellas menores a 25 cm, y que aún no se han recuperado.

En el caso de este tipo de vegetación se obtiene que el 95.67% de los individuos están por debajo de los 15 cm de diámetro. Se estima que existen alrededor de 15ind/Ha con diámetros mayores a 25 cm.

Rango o categoría diamétrica (cm)	No. individuos en muestreo en los estratos arbustivo y arbóreo	No. individuos/Ha arbustivo y arbóreo	%
1 a 10	47	3,405.00	86.64
10.1 a 15	71	355.00	9.03
15.1 a 20	18	90.00	2.29
20.1 a 25	13	65.00	1.65
25.1 a 30	1	5.00	0.13
30.1 a 35	1	5.00	0.13
35.1 a 40	0	-	-
40.1 a 45	0	-	-
45.1 a 50	0	-	-
50.1 a 55	1	5.00	0.13
Total:	**152.00**	**3,930.00**	**100.00**

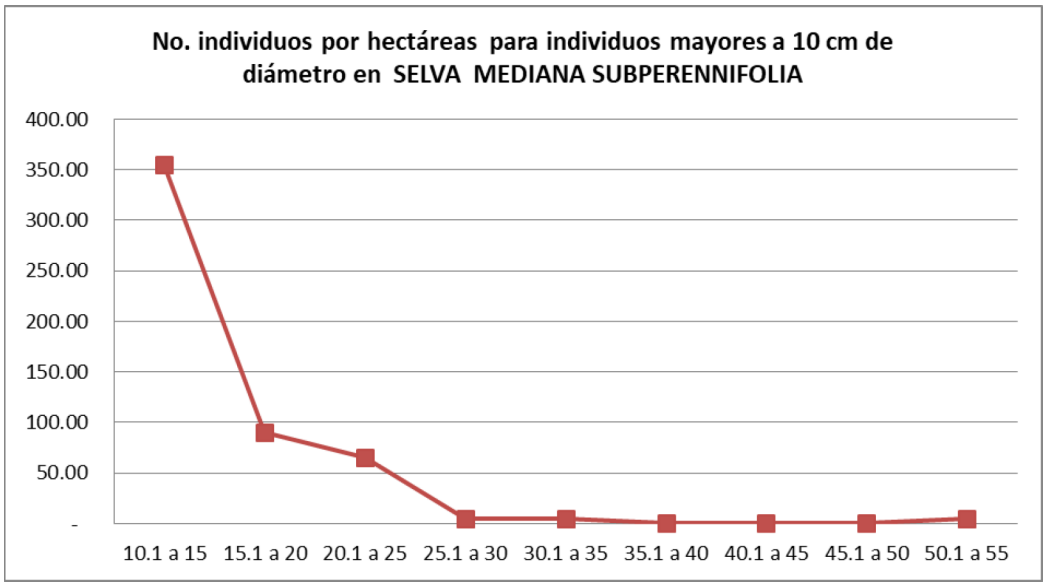


Figura 52. Distribución diamétrica de los individuos en selva mediana subperennifolia

Alturas

En este parámetro se observaron rangos que van desde los 0.2 m, que corresponden a especies herbáceas o de regeneración, hasta arbolado de 12.5 m que alcanzó un individuo de *Cecropia peltata*.

La altura promedio de los individuos muestreados fue de 6.8 m lo cual evidencia una fuerte densidad de arbolado y arbustivos de talla pequeña y pocos árboles dominando el estrato superior. Tres especies han promediado más de 10 m de altura.

Cuadro 23. Alturas mínimas, promedio y máximas de individuos localizados en el predio en selva mediana subperennifolia.

		Altura (cm)			
Nombre común	**Nombre científico**	**Mínimo**	**Promedio**	**Máximo**	**Frecuencia**
Guarumbo	*Cecropia peltata*	12.50	12.50	12.50	1
Ceiba	*Ceiba pentandra*	12.00	12.00	12.00	1
Ya'axnik	*Vitex gaumeri*	11.00	11.25	11.50	2
Bojon	*Cordia alliodora*	9.30	9.30	9.30	1
Chocolatera	*Ficus cotinifolia*	9.30	9.30	9.30	1
Sac away	*Ficus maxima*	9.00	9.23	9.50	3
Chechen negro	*Metopium brownei*	6.50	9.15	11.80	2
Tzalam	*Lysiloma latisiliquum*	8.40	9.00	9.40	3
Yaxjabin	*Senna racemosa*	5.60	8.67	12.00	3
Kanchunup	*Thouinia paucidentata*	6.30	8.17	11.40	4
Chaca	*Bursera simaruba*	5.30	7.99	11.60	14
Chacteviga	*Caesalpinea mollis*	7.80	7.80	7.80	1
Jabin	*Piscidia piscipula*	5.00	7.65	11.60	27
Mora	*Morus tinctoria*	7.40	7.45	7.50	2
Cocoite	*Gliricidia sepium*	3.70	7.14	10.50	14
Akitz	*Thevetia gaumeri*	4.30	7.13	8.70	10
Kibche	*Guettarda elliptica*	6.50	6.50	6.50	1
Katalox	*Swartzia cubensis*	5.70	6.40	7.10	2
Kekenche	*Esembeckia pentaphylla*	4.50	6.07	8.20	11
Xuul	*Lonchocarpus xuul*	0.90	5.90	9.40	23
Tadzi	*Neea psychotrioides*	0.60	5.90	9.40	7
Yax xuul	*Lonchocarpus yucatanensis*	5.80	5.80	5.80	1
Ciricote	*Cordia dodecandra*	4.40	5.50	7.60	3
Anonilla	*Annona reticulata*	5.10	5.10	5.10	1
Subin	*Acacia dolichostachya*	1.00	4.67	6.80	3
Huaxin	*Leucaena leucocephala*	2.10	4.65	7.20	2
Chauche	*Laethia tamnia*	4.20	4.20	4.20	1
Sac niche	*Calypantres pallens*	3.00	3.00	3.00	1

		Altura (cm)			
Nombre común	**Nombre científico**	**Mínimo**	**Promedio**	**Máximo**	**Frecuencia**
Mahajua	*Hampea trilobata*	1.00	1.00	1.00	1
Tzo bach	*Stizophyllum riparium*	0.40	0.65	0.90	2
Huano	*Sabal yapa*	0.30	0.30	0.30	1
Ek quish	*Cydista diversifolia*	0.20	0.27	0.30	3
		0.20	6.80	12.50	152

En el gráfico se muestra el comportamiento de variación en alturas de acuerdo a las especies registradas en el muestreo en este tipo de vegetación. La variabilidad en el rango es alta para una gran parte de las especies, sin embargo, por su abundancia, sobresalen *Thouinia paucidentata, Metopium browneii, Piscidia piscipula, Gliricidia sepium, Lonchocarpus xuul, Neea psycotrioides*, entre otras, y cuyos individuos sobresalen en el dosel dominante.

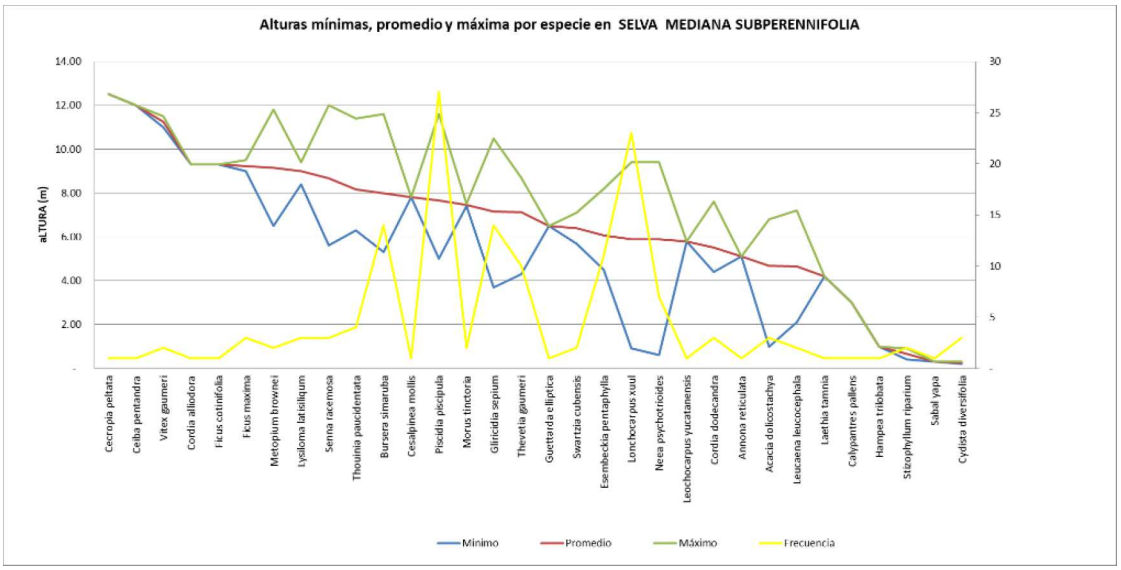


Figura 53. Alturas mínimas, promedio y máximas para individuos localizados en el predio en selva mediana subperennifolia.

De acuerdo a la distribución en altura que prevalece en los individuos del predio para los estratos arbóreo y arbustivo se identifica que el 63.22% de los individuos está por debajo de los 6 m de altura, mientras que el 37.79% está entre los 6 y 9 m de altura. Se estima que 5 ind/Ha (0.13%) tiene una altura igual o mayor a los 12 m, que son los árboles dominantes en altura.

Rango o categoría altura (m)	No. individuos en muestreo en estratos arbóreo y arbustivo	No. individuos/Ha para estratos arbóreo y arbustivo	%
< 3	3	205.00	5.22
3 a 6	30	2,240.00	57.00
6 a 9	81	1,355.00	34.48
9 a 12	25	125.00	3.18
12 a 15	1	5.00	0.13
Total:	**140.00**	**3,930.00**	**100.00**

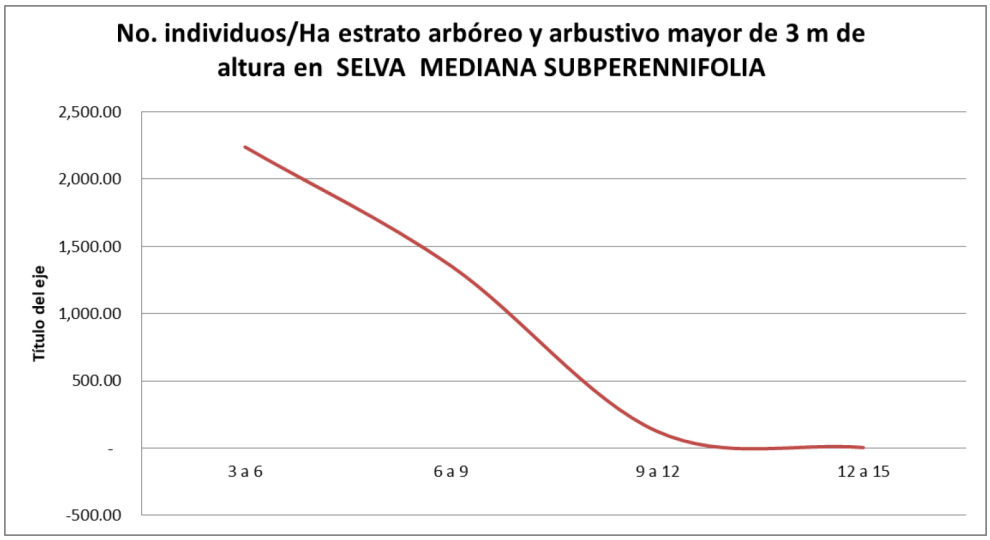


Figura 54. Distribución de los individuos muestreados de acuerdo a categorías de alturas en selva mediana subperennifolia.

Área basal

Con el muestreo realizado se ha podido estimar que existen 17.88 m^2/Ha, cantidad que es buena para un tipo de selva de esta condición. Al desagregar la aportación por estrato, el arbóreo está contribuyendo con 10.98 m^2/Ha (60.61%) y el arbustivo con 7.04 m^2/Ha (39.39%)

La dominancia general en la aportación de área basal total de *Piscidia piscipula, Lonchocarpus xuul, Gliricidia sepium y Bursera simaruba*, ya que entre las cuatro especies se contribuye con el 54.88% del área basal total, siendo la especie de mayor participación, la primera de éstas con el 19.98% del área basal total estimada.

Cuadro 24. Área basal por hectárea y por estrato estimada para el predio en selva mediana subperennifolia.

NOMBRE	Nombre científico	ARBOREO (m^2/Ha)	ARBUSTIVO (m^2/Ha)	TOTAL (m^2/Ha)	%
Jabin	*Piscidia piscipula*	2.247	1.326	3.572	19.98
Xuul	*Lonchocarpus xuul*	0.633	1.756	2.389	13.36
Cocoite	*Gliricidia sepium*	0.687	1.248	1.935	10.82

NOMBRE	Nombre científico	ARBOREO (m^2/Ha)	ARBUSTIVO (m^2/Ha)	TOTAL (m^2/Ha)	%
Chaca	*Bursera simaruba*	1.742	0.173	1.915	10.71
Ceiba	*Ceiba pentandra*	1.344	-	1.344	7.52
Kekenche	*Esembeckia pentaphylla*	0.191	1.141	1.332	7.45
Akitz	*Thevetia gaumeri*	0.510	0.638	1.148	6.42
Tadzi	*Neea psychotrioides*	0.409	0.255	0.664	3.71
Kanchunup	*Thouinia paucidentata*	0.556	-	0.556	3.11
Subin	*Acacia dolichostachya*	0.071	0.238	0.308	1.72
Sac away	*Ficus maxima*	0.304	-	0.304	1.70
Tzalam	*Lysiloma latisiliquum*	0.303	-	0.303	1.69
Yaxjabin	*Senna racemosa*	0.291	-	0.291	1.63
Chechen negro	*Metopium brownei*	0.272	-	0.272	1.52
Bojon	*Cordia alliodora*	0.240	-	0.240	1.34
Ciricote	*Cordia dodecandra*	0.181	-	0.181	1.01
Katalox	*Swartzia cubensis*	0.154	-	0.154	0.86
Ya'axnik	*Vitex gaumeri*	0.135	-	0.135	0.75
Huaxin	*Leucaena leucocephala*	0.134	-	0.134	0.75
Yax xuul	*Lonchocarpus yucatanensis*	-	0.119	0.119	0.67
Mora	*Morus tinctoria*	0.111	-	0.111	0.62
Chauche	*Laethia tamnia*	-	0.091	0.091	0.51
Kibche	*Guettarda elliptica*	0.090	-	0.090	0.50
Guarumbo	*Cecropia peltata*	0.087	-	0.087	0.49
Chocolatera	*Ficus cotinifolia*	0.059	-	0.059	0.33
Sac niche	*Calypantres pallens*	-	0.057	0.057	0.32
Chacteviga	*Caesalpinea mollis*	0.050	-	0.050	0.28
Anonilla	*Annona reticulata*	0.041	-	0.041	0.23
Ek quish	*Cydista diversifolia*	-	-	-	-
Huano	*Sabal yapa*	-	-	-	-
Mahajua	*Hampea trilobata*	-	-	-	-
Tzo bach	*Stizophyllum riparium*	-	-	-	-
		10.84	7.04	17.88	100.00

En la figura se muestra la clara dominancia de *Piscidia piscipula*, *Lonchocarpus xuul, Gliricidia sepium y Bursera simaruba*.

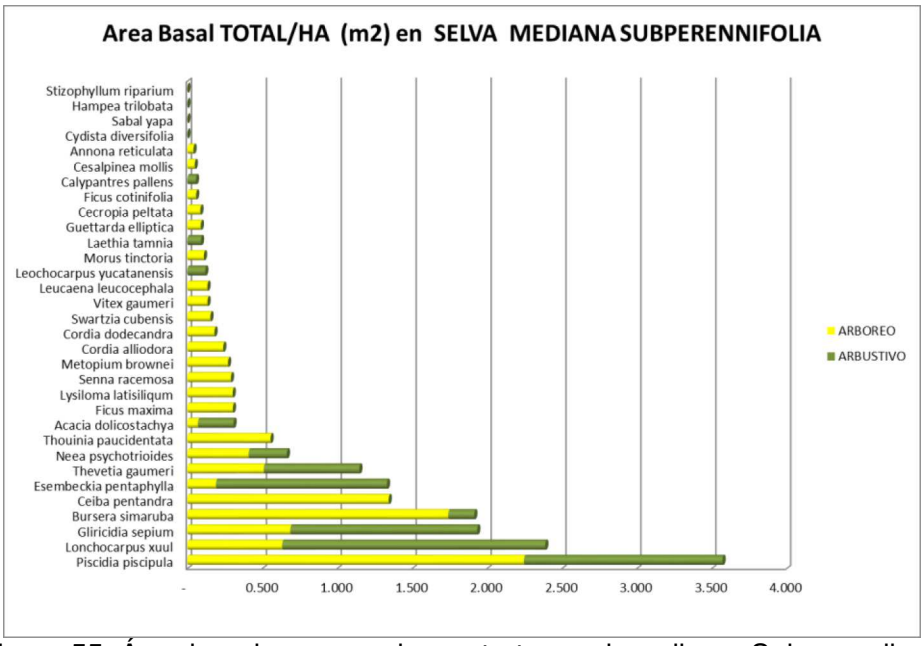


Figura 55. Área basal por especie y estrato en el predio en Selva mediana subperennifolia.

Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en selva mediana subperennifolia.

Se han observado durante el muestreo, aunque no dentro de los sitios para la selva mediana subperennifolia especies listadas en el NOM-059-SEMARNAT-2010, las cuales se indican en el cuadro.

Cuadro 25. Especies registradas en muestreo y listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en selva mediana subperennifolia.

No.	Nombre común	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA	ESTATUS NOM-059	ENDEMISMO
1	Nakax	*Coccothrinax readii*	ARECACEAE	AMENAZADA	ENDÉMICA

La hectárea tipo en selva mediana subperennifolia.

Cuadro 26. Hectárea tipo en selva mediana subperennifolia

No.	ESPECIE	NOMBRE CIENTÍFICO	DIAM (cm)	ALT (m)	ARBÓREO			ARBUSTIVO			HERB
					N	AB	VTA	N	AB	VTA	N
1	Akitz	*Thevetia gaumeri*	10.65	7.13	35	0.5100	2.314	200	0.6381	2.770	625
2	Anonilla	*Annona reticulata*	10.20	5.10	5	0.0410	0.122	-	-	-	-
3	Bojon	*Cordia alliodora*	24.70	9.30	5	0.2395	1.184	-	-	-	-
4	Ceiba	*Ceiba pentandra*	58.50	12.00	5	1.3440	7.791	-	-	-	-
5	Chaca	*Bursera simaruba*	16.17	7.99	65	1.7415	8.906	100	0.1735	0.552	-
6	Chacteviga	*Caesalpinea mollis*	11.20	7.80	5	0.0495	0.222	-	-	-	-
7	Chauche	*Laethia tamnia*	3.40	4.20	-	-	-	100	0.0908	0.229	-
8	Chechen negro	*Metopium brownei*	17.15	9.15	10	0.2715	1.795	-	-	-	-
9	Chocolatera	*Ficus cotinifolia*	12.20	9.30	5	0.0585	0.341	-	-	-	-
10	Ciricote	*Cordia dodecandra*	12.33	5.50	15	0.1810	0.638	-	-	-	-
11	Cocoite	*Gliricidia sepium*	11.16	7.14	55	0.6870	2.986	300	1.2478	5.411	-
12	Ek quish	*Cydista diversifolia*	0.50	0.27	-	-	-	-	-	-	1,875
13	Guarumbo	*Cecropia peltata*	14.90	12.50	5	0.0870	0.661	-	-	-	-
14	Huano	*Sabal yapa*	0.50	0.30	-	-	-	-	-	-	625
15	Huaxin	*Leucaena leucocephala*	13.05	4.65	10	0.1340	0.346	-	-	-	-
16	Jabin	*Piscidia piscipula*	13.87	7.65	115	2.2467	11.016	400	1.3256	5.046	-
17	Kanchunup	*Thouinia paucidentata*	18.52	8.17	20	0.5555	2.561	-	-	-	-
18	Katalox	*Swartzia cubensis*	14.00	6.40	10	0.1540	0.573	-	-	-	-
19	Kekenche	*Esembeckia pentaphylla*	6.84	6.07	20	0.1910	0.904	700	1.1412	3.749	-
20	Kibche	*Guettarda elliptica*	15.10	6.50	5	0.0895	0.342	-	-	-	-
21	Mahajua	*Hampea trilobata*	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	625
22	Mora	*Morus tinctoria*	11.85	7.45	10	0.1105	0.500	-	-	-	-
23	Sac away	*Ficus maxima*	15.17	9.23	15	0.3040	1.608	-	-	-	-
24	Sac niche	*Calypantres pallens*	2.70	3.00	-	-	-	100	0.0573	0.103	-
25	Subin	*Acacia dolichostachya*	6.63	4.67	5	0.0705	0.280	100	0.2376	0.884	625
26	Tadzi	*Neea psychotrioides*	10.19	5.90	20	0.4090	2.042	100	0.2552	0.811	1,250
27	Tzalam	*Lysiloma latisiliquum*	15.27	9.00	15	0.3025	1.551	-	-	-	-
28	Tzo bach	*Stizophyllum riparium*	0.75	0.65	-	-	-	-	-	-	1,250

No.	ESPECIE	NOMBRE CIENTÍFICO	DIAM (cm)	ALT (m)	ARBÓREO			ARBUSTIVO			HERB
					N	AB	VTA	N	AB	VTA	N
29	Xuul	*Lonchocarpus xuul*	7.67	5.90	50	0.6330	3.271	1,200	1.7559	4.948	625
30	Yaxjabin	*Senna racemosa*	15.17	8.67	15	0.2910	1.676	-	-	-	-
31	Yax xuul	*Lonchocarpus yucatanensis*	3.90	5.80	-	-	-	100	0.1195	0.416	-
32	Ya'axnik	*Vitex gaumeri*	12.95	11.25	10	0.1347	0.944	-	-	-	-
	TOTALES		12.13	6.55	530.00	10.84	54.58	3,400.00	7.04	24.92	7,500.00

6.1.6 Discusión y conclusión.

Como se puede observar, de los resultados obtenidos en la caracterización del sistema ambiental y del INGEI, coincide con los definidos en el predio, ya que su cobertura es de selva mediana subperennifolia.

También fue definido un área que cuenta con autorización para cambio de uso de suelo en terrenos forestales y finalmente en menor proporción de una brecha de terracería que atraviesa el predio.

Ahora bien, de los resultados obtenidos se puede observar que, de las 32 especies identificadas, el estrato arbóreo de la selva mediana subperennifolia fue el que presentó mayor riqueza florística con 25 especies. Donde *Piscidia piscipula* y *Bursera simaruba* fueron las especies que sobresalen en el estrato arbóreo.

En el estrato arbustivo se registraron 11 especies, donde *Lonchocarpus xuul* fue la especie más abundante. En el estrato herbáceo se registraron 8 especies, donde *Cydista diversifolia* fue la especie más abundante.

En cuanto a especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 sólo se registró Nakax (*Cocothrinax readii*) fuera de los sitios de muestreo.

De acuerdo a los resultados de la diversidad y equidad de la vegetación por estrato, se desprende que el estrato arbóreo fue el más diverso con 25 especies y que esta riqueza disminuye a más de la mitad en el estrato arbustivo, que sólo registra 11 especies, en tanto que el estrato herbáceo reporta apenas 8 especies, lo que implica que existe un proceso de regeneración regular, derivado de impactos naturales y antrópicos. Y que la diversidad es regular a buena, por lo que se puede inferir que hay un buen grado de conservación. Se considera una estructura y distribución específica regularmente homogénea, lo cual se puede inferir como una masa arbolada en regeneración posterior a impactos severos debido principalmente al huracán Wilma ocurrido en el año 2005, que afectó la Isla de Cozumel con categoría 5, es decir, vientos por arriba de los 270 km/Hr, lo que provocó la afectación de arbolado adulto con diámetro grande, de tal manera que ahora existen pocos árboles en esas categorías, y una mayor concentración en las categorías inferiores (menor a 15 cm). La altura promedio de los individuos muestreados fue de 6.8 m lo cual evidencia una fuerte densidad de arbolado y arbustivos de talla pequeña y pocos árboles dominando el estrato superior.

En términos generales, la composición específica de la selva mediana subperennifolia que se desarrolla en el predio donde pretende establecerse el proyecto, son característicos y típicas de la vegetación de la isla Cozumel, comparando los resultados obtenidos con la descripción de la vegetación del país como lo es el INEGI (Serie-VI). Por lo que se puede concluir que la cubierta vegetal corresponde a tipos de vegetación y asociaciones típicas en cuanto a estructura y composición y que se encuentran en buen estado de conservación.

6.1.7 Recomendación.

Una vez que se inicien los trabajos de desmonte, se recomienda realizar el mayor rescate posible de las especies herbáceas susceptibles de ello, en las áreas de aprovechamiento, y realizar la búsqueda de los individuos de *Coccothrinax readii* (Nakax), que es especie que se encuentran como amenazadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, la cual tiene una distribución dispersa en el sitio. Por lo que se debe de dar seguimiento haciendo la reubicación en caso de ser necesario.

Realizar el monitoreo de las áreas de conservación, para verificar las condiciones de estratificación, y uso del hábitat por la fauna, una vez que sea autorizado el proyecto.

También se debe realizar una recolección previa de todos los desechos inorgánicos que se encuentran en ciertas partes del predio, ya que puede convertirse en un problema para la fauna que habita en la zona.

No se registraron especies exóticas invasoras en la caracterización del predio. Sin embargo, como se mencionó en apartados anteriores en el sistema ambiental si se tiene evidencias de avistamiento de la especie *Casuarina equisetifolia* en los alrededores de Av. Rafael E. Melgar, por lo que se recomienda su erradicación en caso de avistamiento del alguno en el predio.

6.2 FAUNA.

6.2.1 Introducción.

La historia biogeográfica y evolutiva que ha operado en los sistemas insulares durante miles y hasta millones de años ha hecho de las islas sitios particularmente valiosos para la biodiversidad global, ya que albergan una alta proporción de especies endémicas, es decir, exclusivas. Sin embargo, esto mismo hace que dicha riqueza biológica sea particularmente vulnerable, pues la pérdida de estos endemismos significa su extinción en el planeta (Martínez *et al.,* 2018).

La isla de Cozumel se ubica en el Mar Caribe, y esta alberga cerca del 40 por ciento de la fauna de Quintana Roo: 23 especies de anfibios y reptiles, 224 de aves, 15 de mamíferos terrestres y 24 de murciélagos. De dicha fauna, al menos 31 especies son endémicas, algunos ejemplos son la Lagartija picasombra, el Mapache pigmeo, el Coatí isleño y el Vireo de Cozumel, entre otras (Boletín UNAM 2012). De acuerdo con Martínez *et al.* (2018), en una superficie de casi 480 km^2, existen alrededor de 40 endemismos de aves, mamíferos, reptiles, peces e invertebrados de diversos grupos, y seguramente aún faltan más por descubrir. Así, Cozumel es la isla mexicana, no solo con la mayor riqueza de especies, sino también con el mayor número de endemismos de las islas del país.

Aunque casi el 90% de la superficie de la isla Cozumel está cubierta por vegetación nativa, a diferencia de otras regiones de México y del planeta que han sido

severamente transformadas, existen algunas formas de afectación que amenazan la persistencia de su biodiversidad y en particular la de sus endemismos (Martínez *et al.* 2018).

Actualmente el estado de Quintana Roo se encuentra en un proceso de desarrollo acelerado, de lo cual la Isla de Cozumel no es la excepción, donde se observa una gran cantidad de desarrollos turísticos, por lo que es necesario conocer y evaluar la riqueza de especies de fauna para determinar el impacto causado al medio ambiente. La biodiversidad de Cozumel se encuentra vulnerable como resultado de la constante construcción de inmuebles, infraestructura y tala de selva para ganadería. Además, la pérdida de hábitat, aunada a las especies exóticas introducidas, tienen un efecto grave y significativo sobre la flora y fauna de la isla (Boletín UNAM, 2012).

Debido a lo anterior, el gobierno ha propuesto y desarrollado leyes que tienen como fin evitar, mitigar y compensar los impactos ambientales generados por el desarrollo en diversas zonas. En el caso de México se han creado reglamentos y leyes, como la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LEGEEPA), la Ley General de Vida Silvestre (LGVS) y la Norma Oficial Mexicana 059 SEMARNAT 2010, las cuales tienen como objetivo regular y disminuir la pérdida de la biodiversidad, así como tratar de que el aprovechamiento sea sustentable.

Así mismo y en lo que se refiere particularmente a la isla, con la participación de la sociedad civil nacional e internacional y del gobierno, en sus diferentes niveles, se han logrado decretar áreas naturales protegidas en una extensión importante de Cozumel y, recientemente, la incorporación de la isla a la Red Mundial de Reservas de Biosfera de la UNESCO, sustentada en un robusto Programa de Ordenamiento Ecológico Local desarrollado con la participación de todos los sectores sociales de la isla. Lo anterior puede considerarse como logros importantes para la conservación de la biodiversidad de la isla Cozumel, sin embargo, suelen ser insuficientes.

El crecimiento económico no puede poner en riesgo la riqueza biológica, los procesos ecológicos y las funciones ecosistémicas de la isla Cozumel, de ser así, los costos ambientales, humanos y económicos serían significativamente mayores a las ganancias cortoplacistas (Martínez *et al*., 2018).

El presente estudio de campo y gabinete tiene como objetivo realizar la caracterización de fauna silvestre (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) de un área específica en la Isla de Cozumel donde se pretende desarrollar el Condominio K'iino**,** así como, principalmente y en base a los resultados obtenidos, proponer medidas de mitigación adecuadas que permitan tener un equilibrio entre el desarrollo y la conservación de la biodiversidad de la zona.

El área donde se localiza el predio denominado "Lote A", en la Isla de Cozumel, se encuentra dominada principalmente por vegetación del tipo de Selva Mediana Subperennifolia. Así mismo, contiguo al predio mencionado se encuentra el campo

de golf Cozumel Country Club, el cual provee características propias al presentar cuerpos de agua y algunas zonas abiertas. Esta mezcla de hábitats genera una composición única de especies de vertebrados de los cuales algunas utilizan ambos hábitats. De igual forma, los predios y obras que rodean la zona del proyecto influyen significativamente en la composición faunística del mismo.

En el presente estudio, los muestreos para la caracterización de fauna se centraron en cuatro grupos de vertebrados terrestres: anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Estos se realizaron durante los días 02, 03 y 04 de noviembre del año 2019, utilizando para ello las técnicas de muestreo más adecuadas y actualizadas para cada grupo.

6.2.2 Objetivos.

a) Determinar la riqueza, abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre (herpetofauna, avifauna y mastofauna) que se distribuyen en el predio del proyecto denominado "Lote A" y su zona de influencia.
b) Conocer el estatus de conservación de las especies registradas.
c) Proponer medidas de mitigación y conservación de acuerdo con los resultados obtenidos.

6.2.3 Situación Actual y Problemática.

El predio Lote A presenta la cobertura vegetal original casi en su 100%, sin embargo, presenta los impactos característicos en su vegetación ya que se encuentra contiguo al campo de golf *"Cozumel Country Club"*, específicamente con los hoyos "14" y "15" del mismo. De igual manera, al norte se encuentra la remodelación de la vía de acceso a la denominada "Laguna Ciega".
El predio no presenta remoción de vegetación ni obras que pudieran considerarse de gran impacto a la cobertura vegetal del mismo. Sin embargo, se encuentra impactado de manera indirecta por las obras mencionadas en el párrafo anterior.
El predio y sus colindancias presentan brechas de acceso, las cuales permitieron realizar los recorridos necesarios para realizar la caracterización de fauna de este estudio.
De acuerdo con lo anterior, la presente caracterización pretende generar un panorama de la composición y situación actual de la fauna previo a iniciar cualquier actividad relacionada con el proyecto, esto con el fin de poder determinar los posibles impactos y, por lo tanto, las acciones de mitigación o compensación que se puedan aplicar.

6.2.4 Metodología.

SITIO DE ESTUDIO

El predio Lote A (polígono A del lote 57-10) del Plan Maestro Cozumel Country Club, se localiza en la porción norte de la isla de Cozumel, colindando al sur y sureste con los hoyos 14 y 15 del campo de golf *Cozumel Country Club*, al norte con la vialidad

de acceso a la Laguna Ciega y al oeste con una porción importante de vegetación correspondiente a selva mediana subcaducifolia (Figura 56).

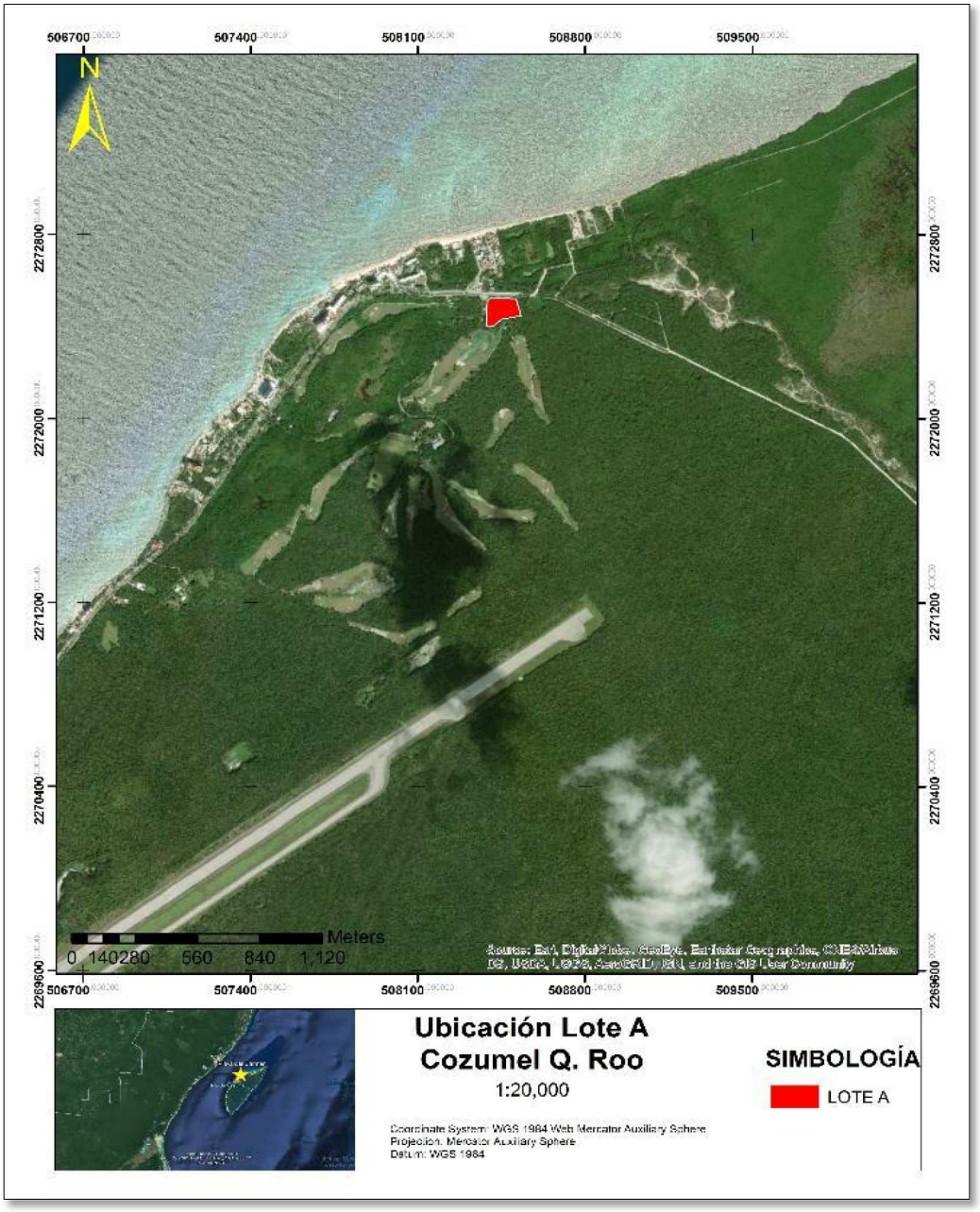


Figura 56. Localización del predio "Lote A" Cozumel.

El predio cuenta con una superficie de **1.27** hectáreas correspondientes al tipo de vegetación de selva mediana subperennifolia (Figura 57).

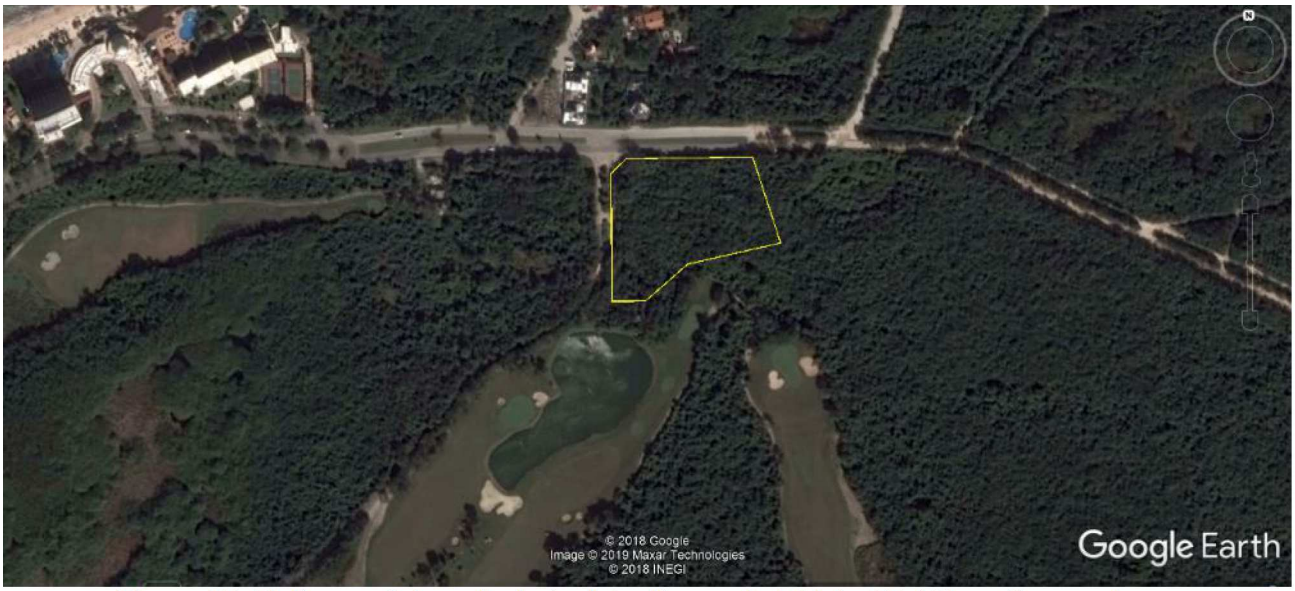


Figura 57. Polígono del predio Lote A (polígono A del lote 57-10) en Cozumel.

Cabe mencionar que el predio cuenta con su cobertura vegetal original presentando vegetación del tipo Selva Mediana Subperennifolia. Así mismo, en su zona de influencia se tiene vegetación modificada a campo de golf con cuerpos de agua, lo cual ofrece hábitat para especies del tipo acuáticas que ocasionalmente pueden hacer uso del predio (Figura 58).

Figura 58. Zona de influencia del predio Lote A en Cozumel.

Se presentan dos tipos principales de asociaciones vegetales o hábitats: **a)** Selva mediana subperennifolia y **b)** Campo de Golf. A continuación, se describen los tipos de hábitats del predio y de la zona de influencia para tener un contexto más amplio de la situación de la zona de estudio.

a) Selva mediana subperennifolia

Es una asociación vegetal con baja perturbación en estado sucesional avanzado, con ejemplares arbóreos de porte alto, propia de zonas con altos niveles de humedad en donde predominan especies vegetales del tipo arbóreo con altura de 10 a 15 m, como lo son el Chaka (*Bursera simarouba*), Jabín (*Piscida piscipula*) así como las Palmas Guano (*Sabal sp.*) y algunas nacax (*Coccothrinax readii*) (Figura 59).

Figura 59. Vegetación de Selva Mediana Subperennifolia dentro del predio "Lote A" Cozumel.

b) Campo de Golf

Esta zona posee especies características de la Selva mediana, sin embargo, presenta espacios abiertos y cuerpos de agua que atraen especies de fauna acuática. La zona de influencia presenta una laguna artificial, pasto cultivado y asociaciones vegetales donde predomina la Palma chit (*Thrinax radiata*) y la Uva de mar (*Coccoloba uvifera*). También tiene zonas donde se ha realizado reforestación con especies como el Chakah (*Bursera simarouba*), Palma chit (*T. radiata*), Ciricote

de playa (*Cordia dodecandra*), entre otras, que en su mayoría son ejemplares adultos y se asocian con vegetación correspondiente al ecosistema de humedal y a la selva mediana. Así mismo, se ha establecido un campo de golf, donde los hoyos 14 y 15 que colindan con el predio. (Figura 60).

Figura 60. Hábitat correspondiente al campo de golf.

Como se mencionó con anterioridad, el área del proyecto se encuentra en condiciones naturales con algunas brechas y residuos derivados de la actividad de modernización de la vía a la Laguna Ciega que se ubica al norte del predio Lote A (Figura 61).

Figura 61. Vialidad que colinda al norte del predio y la mala disposición de residuos en el sitio.

MÉTODOS PARA EL REGISTRO DE FAUNA

Para tener una referencia de las especies que se pueden distribuir en el predio, se elaboró un listado de especies de fauna con distribución potencial para la zona, esta información se obtuvo a partir de búsquedas de información en fuentes bibliográficas como en sitios online oficiales y reconocidos (Ej. BirdLife, Naturalista y CONABIO). De lo anterior, se obtuvo que un total de 16 especies de anfibios, 50 de reptiles, 225 de aves, 39 de mamíferos terrestres y 24 de murciélagos tienen la probabilidad de distribuirse dentro de la zona de estudio (Ver Apéndice 1).

Posteriormente y para complementar la búsqueda bibliográfica anterior, se llevaron a cabo visitas al sitio de estudio durante tres días consecutivos con el objetivo de comprobar y registrar las especies que efectivamente están presentes dentro del mismo. El muestreo se realizó los días 02, 03 y 04 de noviembre del 2019, en un rango horario de 7:00 h a 11:00 h y de 16:00h a 23:00 h, conformando un total de seis visitas al sitio de estudio.

La caracterización de las especies de fauna en el predio se llevó a cabo mediante la ejecución de trabajo de campo sistemático, lo cual permitió registrar el mayor número posible de especies pertenecientes al grupo de las aves, reptiles, anfibios, mamíferos y quirópteros.

Para fines prácticos, se determinó una clasificación general de la zona con dos tipos generales de hábitat ya descritos la Selva mediana subperennifolia y la zona de influencia.

Para realizar los diferentes métodos de búsqueda se habilitaron 4 transectos de 5m de ancho y de diferentes longitudes, los cuales se planeó abarcaran los diferentes tipos de hábitat y la zona de influencia del área de estudio (Figura 62).

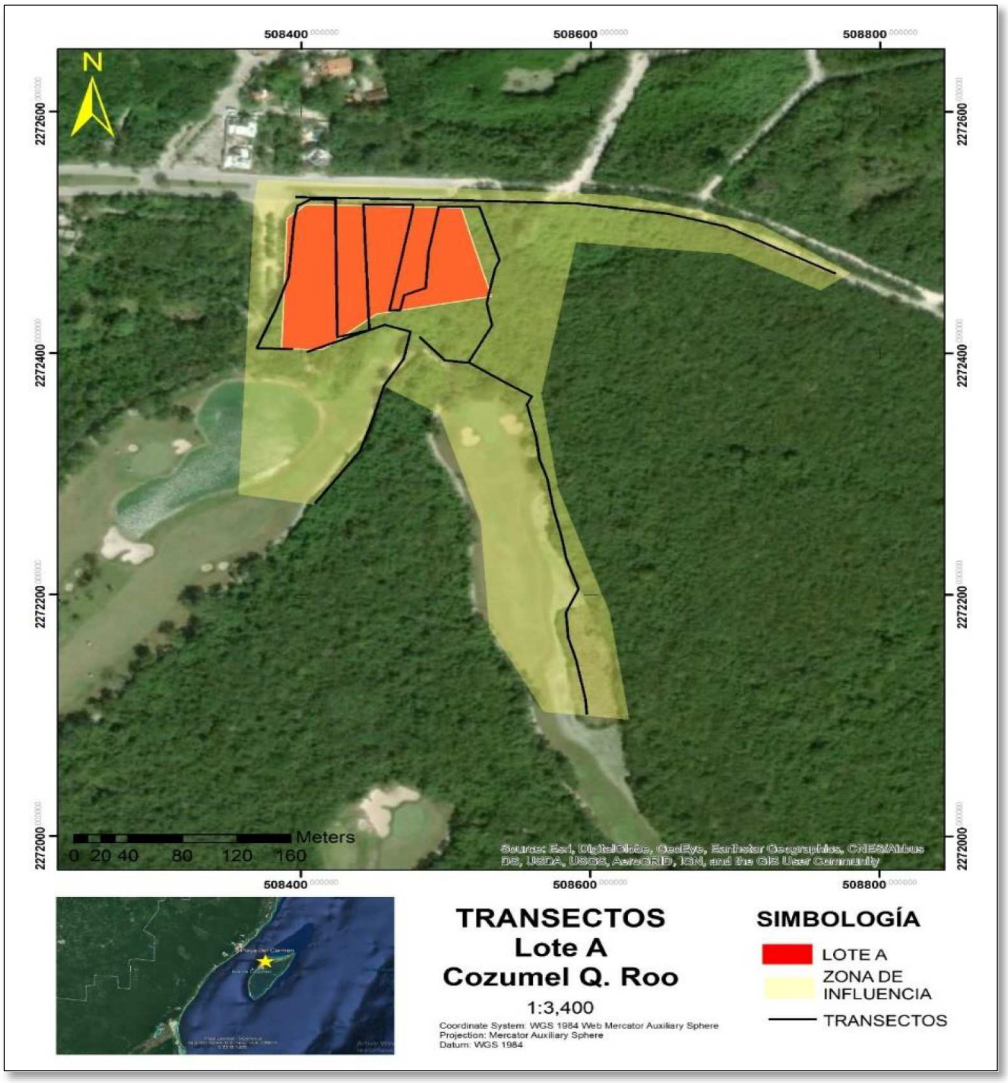


Figura 62. Ubicación de los transectos en el "lote A" Cozumel.

De los transectos mencionados, uno se ubicó dentro del predio representando el 45% del muestreo, y tres transectos se realizaron en la zona de influencia. Se implementaron con una longitud conjunta total de 1,796 m. En general, en el predio y su zona de influencia se efectuó el muestreo en un área total de 8,980 m^2 (Cuadro 27.).

Cuadro 27. Relación de los transectos establecidos para el estudio de vertebrados silvestres en el "Lote A".

Transecto	Zona del predio	Longitud en metros	Ancho en metros	Superficie muestreada m^2
1	Selva Mediana	807	5	4,035
2	Zona de influencia	237	5	1,185

Transecto	Zona del predio	Longitud en metros	Ancho en metros	Superficie muestreada m^2
3	Zona de influencia	367	5	1,835
4	Zona de influencia	385	5	1,925
TOTAL		**1796**		**8,980**

Como se especificó con anterioridad, los transectos se recorrieron de manera periódica durante el amanecer y el atardecer, así como en horarios nocturnos, con el objetivo de detectar la mayor cantidad de ejemplares de fauna posible.

En los siguientes apartados se detalla la metodología empleada para la detección de cada grupo faunístico.

Anfibios y Reptiles (Herpetofauna)

La caracterización de las especies de herpetofauna en el predio consistió en llevar a cabo trabajo de campo sistemático, el cual se centró en realizar recorridos diurnos y nocturnos en los transectos establecidos y visibles como se muestra más adelante en la Imagen.

Para la búsqueda de reptiles se tuvieron rangos de horario de 7:00 am a 11:00 am y de 04:00 pm a 09:00 pm para la localización de individuos dentro los transectos descritos. La conducta de este grupo presenta un comportamiento que permite establecer los mejores horarios para su observación siendo de 7:00 a 10:00 h, cuando los individuos salen de sus refugios para calentarse al sol y posteriormente dependiendo de la territorialidad que tengan se desplazan para alimentarse y de 17:00 a 22:00 h, cuando tienen actividad algunas especies crepusculares. Se buscó en sitios que pudieran ser utilizados potencialmente como refugio, por ejemplo, debajo de piedras, troncos, se revisó en cavidades o charcas y sus alrededores.

Figura 63. Captura de serpiente para la toma de registro fotográfico en el área de estudio.

Se aprovecharon los recorridos realizados para la observación y registro de otros grupos faunísticos.

En lo que respecta a anfibios, y tomando en cuenta los hábitos de este grupo en particular, se realizó mayor énfasis de búsqueda en las horas nocturnas, ya que es el intervalo en que los anfibios presentan su pico de actividad y son más conspicuos, lo que facilita su localización e identificación en campo.

Se localizaron zonas o microhábitats donde la concentración de las poblaciones de anfibios fuera potencial, y posteriormente, se realizó la búsqueda intensiva de individuos en los sitios que pueden fungir como refugio, tales como la vegetación densa, debajo de troncos, hojas y en charcas. Durante los recorridos nocturnos fue posible realizar lampareos para localizar individuos, particularmente en los alrededores de las charcas. Para lo anterior, se utilizaron lámparas de mano y lámparas de tipo cazador. Una vez localizado cada individuo de herpetofauna, se procedió a identificarlo en campo, así como se obtuvo el registro fotográfico correspondiente. En los casos en que existieron dudas en relación con la identificación exacta del ejemplar, se procedió a capturarlo momentáneamente para obtener registros fotográficos más particulares, así como hacer anotaciones respecto a las características del ejemplar. Inmediatamente después de la obtención del registro, los individuos fueron liberados.

Para la identificación de los ejemplares de anfibios se utilizaron las guías ilustradas de campo de Julian Lee (2000) y la de Calderón*, et al.* (2005), y confirmados en la plataforma de Naturalista (INaturalist).

Aves

Para este grupo se seleccionó el método de registro de especies mediante transectos, lo cual consiste en realizar recorridos de observación en las rutas previamente establecidas, mediante los cuales se identifica a los ejemplares de avifauna mediante observación directa y/o por la vocalización de la especie.

Los transectos se recorrieron a pie y durante las primeras horas de la mañana, en un intervalo entre las 7 y las 11:00 h, intervalo en que las aves presentan un alto pico de actividad, por lo tanto, son más fáciles de observar y escuchar. Los transectos se realizaron a través de los diferentes tipos de vegetación presentes en el predio y a través de las brechas en el interior del mismo.

Para la observación de las aves se utilizaron binoculares 8x32 y un GPS marca *Garmin* modelo *E-trex* con el cual se registraron puntos de interés en el tema, así como una bitácora en la que se anotaron especies y número de individuos.

Figura 64. Observación y registro de aves en la zona de estudio.

Los observadores que participaron en el presente estudio poseen amplia experiencia en la identificación de aves de la región, y como apoyo se emplearon guías de campo reconocidas como McKinnon (2017) y Howell (1995). Así mismo y cuando fue posible, se obtuvo el registro fotográfico de las aves observadas durante los transectos, para lo cual se utilizaron dos cámaras semiprofesionales tipo bridge marca Sony modelo DSC H-400V y Nikon Coolpix B500, con lente de 35-1000 mm.

Mamíferos

Se llevaron a cabo recorridos en los transectos previamente establecidos, en diferentes intervalos horarios (diurnos y vespertinos) con el objetivo de detectar ejemplares de mamíferos silvestres en el área de estudio.

Adicional a los transectos, la búsqueda y obtención de registros se complementó mediante métodos directos e indirectos, lo cual consistió en colocar dos trampas Tomahawk (directo) así como cámaras trampa o foto-trampas (indirecto). Las trampas Tomahawk empleadas son de cierre automático, modelo *Racoon*, dimensiones 120 cm x 54cm x 40 cm y activas durante los días de muestreo. Las trampas se ubicaron en el interior del predio, situadas en las zonas que aún poseen vegetación densa (Figura 65).

Figura 65. Trampas del tipo tomahawk dentro del predio "Lote A" Cozumel.

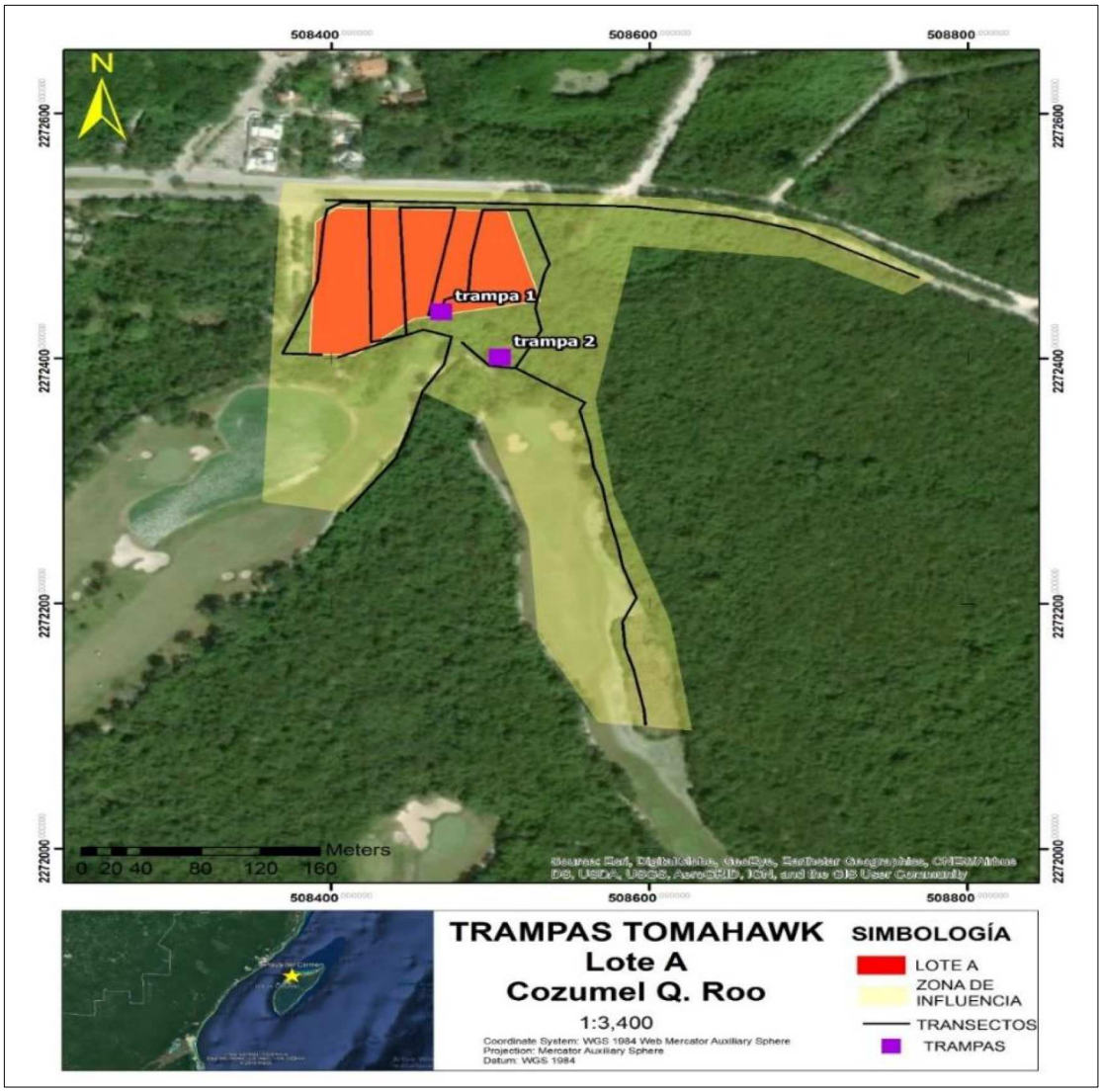


Figura 66. Ubicación de trampas Tomahawk dentro del predio "Lote A" Cozumel.

Respecto al método indirecto, se instalaron un total de seis cámaras trampa, dos de ellas marca *Bushnell* y cuatro cámaras de la marca *Trail Camera*, las cuales se activan por medio de un sensor infrarrojo al detectar cualquier movimiento. Los sitios seleccionados se eligieron de entre zonas con evidencias de paso de fauna constante, para aumentar la posibilidad de obtener registros fotográficos (Figura 67). Se colocaron al interior del predio tratando de abarcar la totalidad de brechas existentes (Figura 68).

Figura 68. Cámara trampa en el predio de estudio.

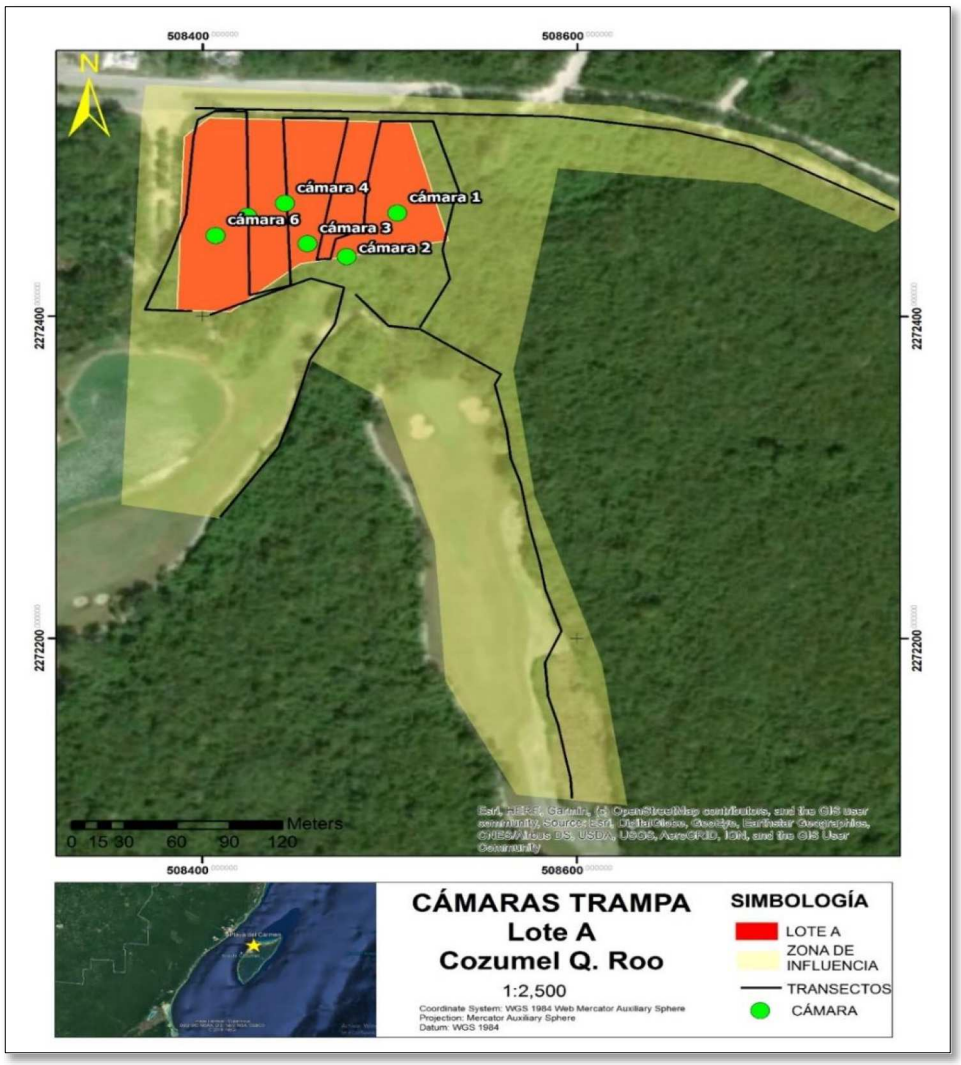


Figura 68. Ubicación de las cámaras trampa en el predio "Lote A" Cozumel.

Mamíferos voladores (Quirópteros)

Para cumplir con el objetivo de corroborar la presencia de murciélagos (quirópteros) en el área de estudio, se colocaron dos redes de niebla por un período total de 4 horas, teniendo la hora de apertura a las 19:00 h y la hora de cierre a las 23:00 h, con intervalos de revisión cada 30 minutos. Las dimensiones de las redes empleadas son 12m de largo x 2.6m de ancho, con una apertura de malla de 38 mm (Figura 69).

Figura 69. Redes de niebla en la zona de estudio.

Para colocar las redes de niebla se eligieron sitios donde se encontró evidencia de actividad de este grupo faunístico. Como resultado, las redes fueron colocadas en la zona sur del predio con el fin de detectar la mayor cantidad de especies e individuos (Figura 70).

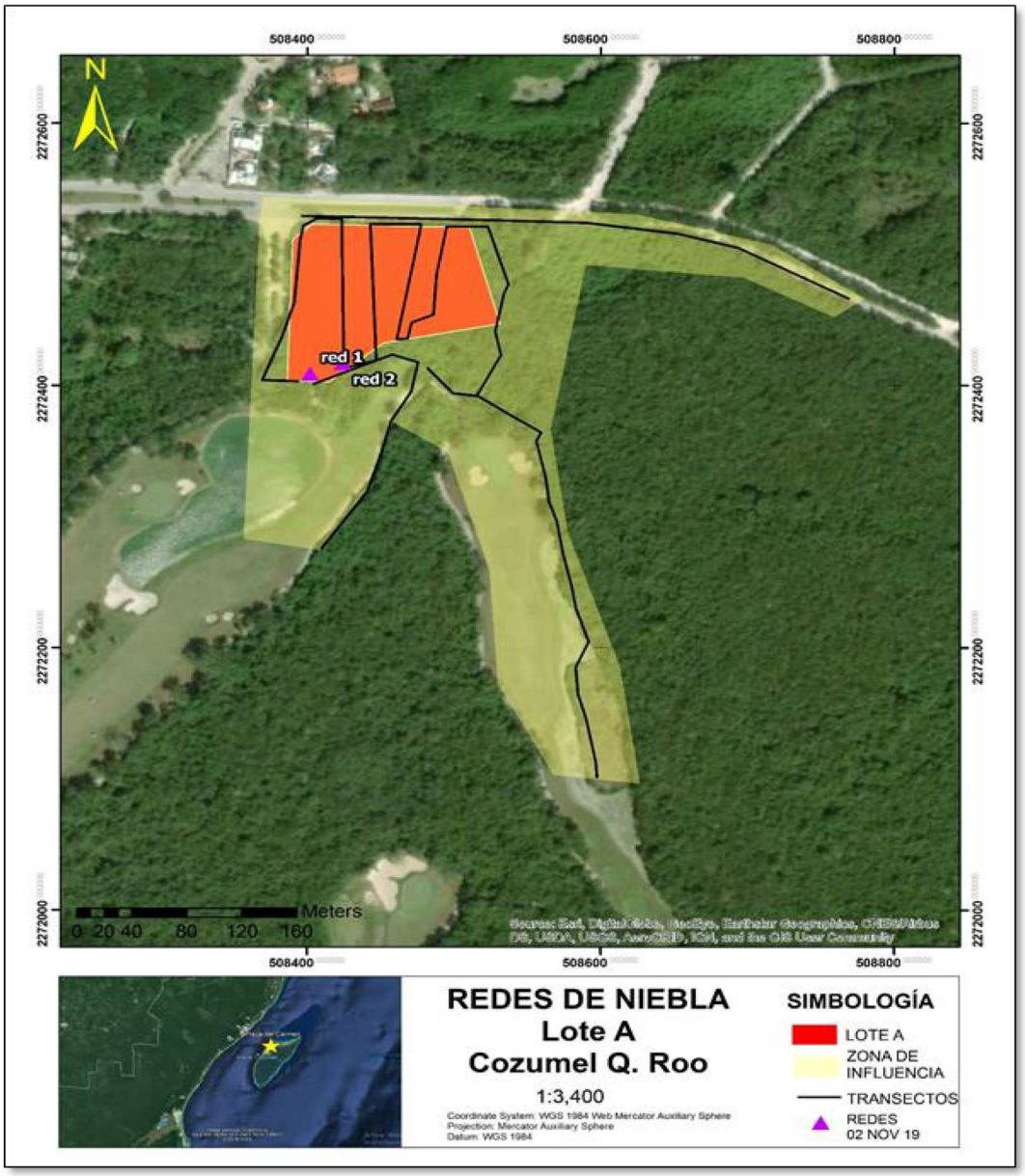


Figura 70. Ubicación de las redes de niebla para el registro de quirópteros.

Después de su captura los murciélagos fueron extraídos cuidadosamente de las redes (utilizando guantes de carnaza) y colocados momentáneamente en bolsas de tela para su posterior identificación. Se empleó la clave de campo de los Murciélagos Mexicanos (Medellín *et al.* 2007) para la identificación de cada ejemplar a nivel de especie, se registraron hora de captura, sexo, estado reproductivo en hembras (lactantes, inactivas, preñadas) y machos (inactivos, testículos escrotados), edad relativa (juvenil, subadulto, adulto), se obtuvo el registro fotográfico y posteriormente se liberó al ejemplar.

ANÁLISIS DE DATOS

A partir de los datos obtenidos a través de los métodos previamente descritos, se calcularon los parámetros de la comunidad faunística que a continuación se describen, utilizando las siguientes fórmulas:

Riqueza Específica

Es el número de especies que conforman la comunidad de un área determinada y se define con la letra "S".

Abundancia

En un sentido estricto, la abundancia se define como el número de individuos de cada especie existente en un determinado lugar. Una forma de evaluar este aspecto es la densidad.

Densidad

La densidad es un parámetro que también permite conocer la abundancia de una especie. La densidad definida con la letra "D" es el número de individuos de una especie presente en un área determinada, este parámetro puede expresarse de forma relativa "Dr".

La densidad relativa se refiere a la proporción en número de individuos de una especie con relación al resto, se expresa en porcentaje y se calcula con la siguiente fórmula:

Dr=(número de individuos "X")/(total de individuos de todas las especies) x 100

Frecuencia

La frecuencia se define como la probabilidad de encontrar una especie en una unidad de muestreo, es decir, es el número de unidades de muestreo en la que una especie está presente; por tanto, la Frecuencia relativa (Fr), pondera el número de veces en que es encontrada una especie en relación con el resto de las especies y es una medida porcentual que se calculó con la siguiente fórmula:

Fr=(Frecuencia de la especie X)/(suma de los valores de frecuencia de todas la especies) x 100

Índice de diversidad

Los valores de diversidad se calcularon utilizando el índice de Shannon–Wiener que estima la diversidad a partir del número de individuos capturados (Moreno 2001). Los valores del índice Shannon–Wiener fueron calculados con el programa PAST

Versión 2.17 con logaritmo natural. La fórmula del índice de Shannon–Wiener es la siguiente:

$$H' = \frac{n \log n - \sum_{i=1}^{s} (f_i)(\ln f_i)}{n}$$

En donde:

H': es el índice de la diversidad de Shannon–Wiener (bits/individuo) o diversidad de especies observadas.
S: número de especies en la muestra de la comunidad.
n: número total de individuos de todas las especies.
fi: número de individuos de la i-esima especie.

Este índice toma valores entre 1 y 4.5, donde los valores superiores de 3 son típicamente interpretados como diversos (Gotellli & Colwell, 2001).

Índice de dominancia (Normal de Simpson)

Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes. Se calcula mediante la siguiente fórmula. Los valores de este índice fueron calculados con el programa PAST Versión 2.17.

$$D = \sum \left(\frac{n_i}{n}\right)^2$$

En donde:

ni = es la abundancia de la especie i, es decir, el número de individuos de la especie i
n= número total de individuos en la muestra

Este índice toma valores de entre 0 y 1 en los cuales 0 representa a todas las especies igualmente distribuidas y 1 donde solo domina una especie.

***Índices de Valor de Importancia** (I.V.I.)*

El índice de valor de importancia es el parámetro que mide el valor de las especies con base a dos parámetros: densidad y frecuencia. El índice de valor de importancia (I.V.I.) es la suma de estos dos parámetros. Este valor revela la importancia ecológica relativa de cada especie en una comunidad. El I.V.I se considera que es un mejor descriptor que cualquiera de los parámetros utilizados individualmente. Para obtener el I.V.I. se transformaron los datos de densidad y frecuencia a valores relativos. La suma total de los valores relativos de cada parámetro es igual a 100. Por lo tanto, la suma total de los valores del I.V.I. es igual a 200. Una vez que los datos se expresaron como la sumatoria de los valores de abundancia y frecuencia

relativas de cada especie, se ordenaron de mayor a menor, para obtener así el Orden del Índice de Valor de Importancia Relativa (OIR) de las especies registradas, donde se compara cada especie con respecto a las restantes.

I.V.I=Densidad relativa + frecuencia relativa

Abundancia Relativa

Para el cálculo de la abundancia relativa de las especies se realizó la relación proporcional de cada especie conforme a la especie con el mayor número de registros por grupo. Se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Abundancia Relativa} = \frac{Número\ de\ registro\ para\ la\ especie\ X}{Número\ de\ registros\ para\ la\ especie\ de\ mayor\ abundancia}\ x\ 100$$

Los valores obtenidos de la división son multiplicados por cien con la finalidad de generar un valor porcentual. De acuerdo con el porcentaje que presentó cada especie dentro de la muestra se determinó su abundancia para cada zona de estudio, clasificándolas en: abundantes, comunes, frecuentes, escasas y raras, para esto se tomó en cuenta la clasificación que propone Pettingill (1969) como se muestra a continuación:

- Abundante: 90 al 100%
- Común: 65 al 89% Siempre se ve, aunque en números menores.
- Frecuente: 31 al 64% Medianamente común, en números pequeños o no siempre vista.
- Escasa: 10 al 30% No común, vista pocas veces, pero no supone una sorpresa registrarla.
- Rara: 1 al 9% Su registro siempre es casual dentro de su rango de distribución.

Análisis de datos para redes de niebla

La abundancia relativa de las especies capturadas en las redes de niebla, por sitio analizado, se obtuvo a partir de la estimación de índices de captura por unidad de esfuerzo, es decir, dividiendo las abundancias de captura de cada especie entre el esfuerzo de captura (número de redes X número de horas activas X largo y ancho de las redes).

Esfuerzo de muestreo: El esfuerzo de captura se obtuvo multiplicando el área de red por el tiempo que permaneció abierta (Ospina-Ante & German Gómez, 1999; Chávez & Ceballos).

"m^2 de red x hora abierta= m^2 .h"

Abundancia relativa: Para calcular la abundancia relativa se utilizó el número de individuos capturados dividido por el esfuerzo de captura (Ospina-Ante & German Gómez, 1999; Chávez & Ceballos).

Numero de individuo/m^2 de red x hora abierta =ind/m^2.h

6.2.5 Resultados.

De acuerdo con los datos obtenidos se registraron un total de 88 especies pertenecientes a cuatro grupos faunísticos: anfibios, reptiles aves y mamíferos (terrestres y voladores).

El grupo más abundante corresponde al de las aves con un total de 61 especies registradas, seguido por el de los reptiles con 12 especies, posteriormente mamíferos con 9 especies, y finalmente, 6 especies de anfibios (Cuadro 28., Figura 71).

Cuadro 28. Grupos de especies registrados en el predio del "Lote A" Cozumel.

Grupo	No. de especies registradas	Porcentaje (%)
Aves	61	70.11
Reptiles	12	13.79
Mamíferos	9	10.34
Anfibios	6	5.74
Total	88	100

Figura 71. Proporción (%) de las especies registradas por grupo faunístico.

En el **Apéndice I** del presente se incluye un listado de especies cuya distribución es potencial en el área de estudio. Por otra parte, en el **Apéndice II** se incluye el

listado completo de las 88 especies registradas durante el muestreo en campo. En los siguientes apartados se describen los resultados correspondientes a cada grupo faunístico. En el **Apéndice III** se presenta el catálogo fotográfico de las especies observadas.

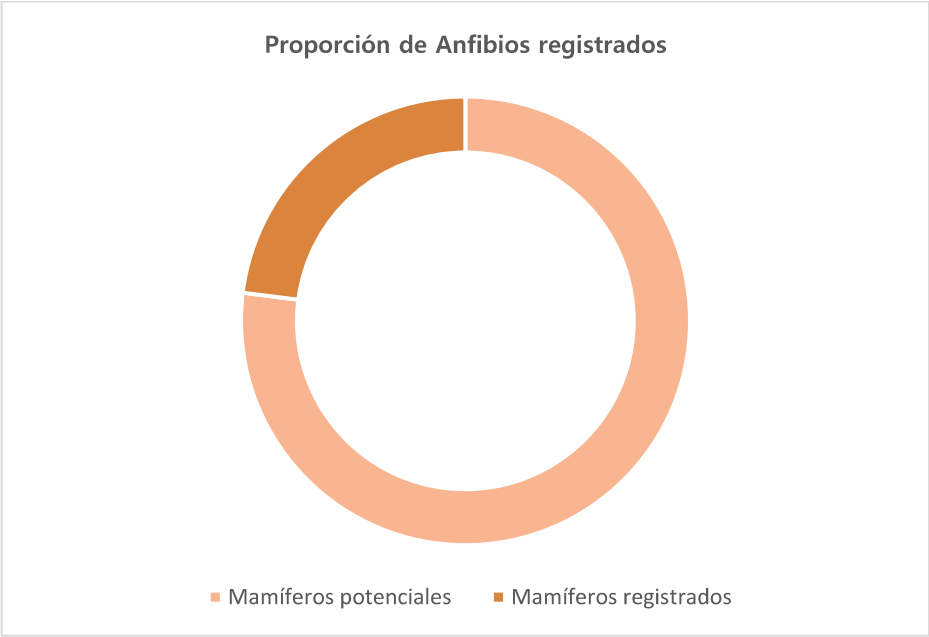
ANFIBIOS

Durante los días de muestreo se revisaron zonas propicias para el establecimiento de anfibios, obteniéndose un registro total de 6 especies pertenecientes a 3 familias (Cuadro 29.) y (Figura 72). Ninguna de las especies registradas se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como ninguna se considera endémica.

Cuadro 29. Listado de especies de anfibios registrados en el "Lote A" Cozumel.

No.	Familia	Especie	Nombre Común	NOM 059	Endemismo
ANFIBIOS					
1	Ranidae	*Smilisca baudinii*	Rana de árbol	---	
2	Ranidae	*Eeluterodactylus planirostris*	Rana Chirriadora de invernadero	---	
3	Hylidae	*Scinax staufferi*	Rana arborícola trompuda	---	
4	Hylidae	*Trachycephalus typhonius*	Rana arborícola lechosa	---	
5	Bufonidae	*Incilius valliceps*	Sapo costero	---	
6	Bufonidae	*Rhinella horribilis*	Sapo gigante	---	

En relación con el número de especies de anfibios con distribución potencial para el área (16 especies), se logró registrar al 37.5% de las mismas.



En la siguiente gráfica puede apreciarse el número de registros (abundancia) que se obtuvo por cada especie de anfibio detectada.

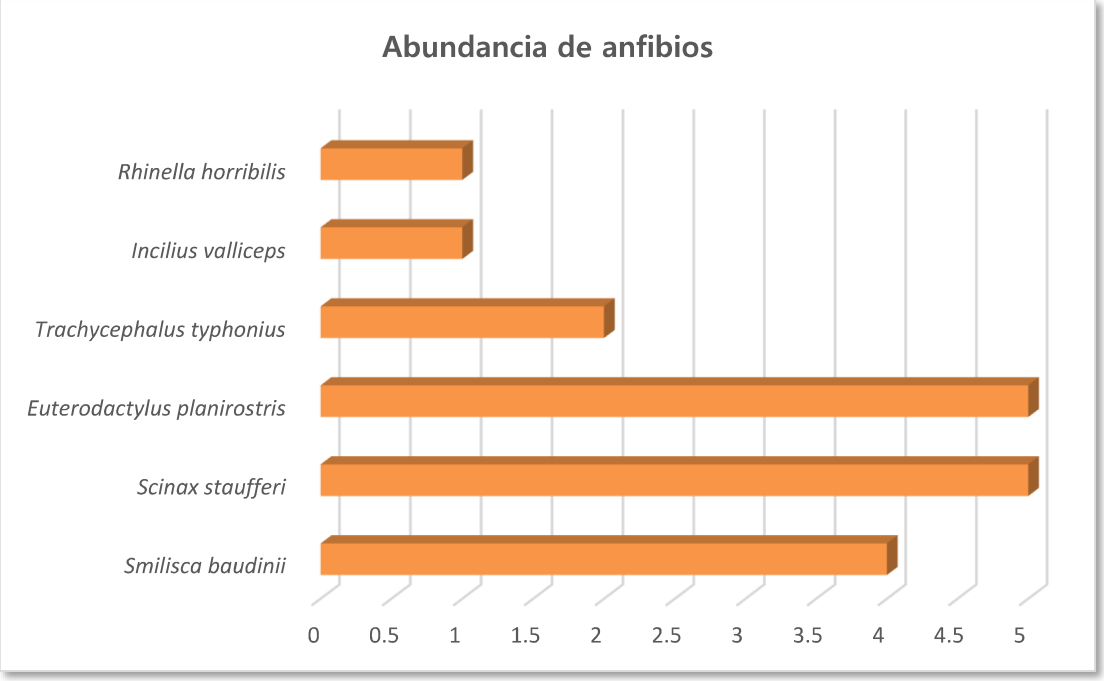


Figura 72. Número de registros por especie.

El número de registros de *Scinax staufferi* (5) puede ser un indicador potencial de que el hábitat presenta un buen estado de conservación, ya que esta especie es muy sensible a cambios y perturbaciones en la vegetación.

Debido a las características del predio, es posible que existan especies de este grupo, como la rana leopardo (*Lithobates brownorum*) así como otras pertenecientes al género Hyla, por lo que es altamente recomendado continuar llevando a cabo muestreos en diferentes épocas del año.

El mayor número de registros se obtuvo en el área de influencia (11 registros), por otra parte, 7 registros fueron obtenidos en la zona de selva mediana del predio "Lote A". Esta diferencia no es muy significativa y puede deberse a que en la zona del área de influencia los individuos estaban más visibles al ser un área abierta (Cuadro 30.).

Cuadro 30. Especies por tipo de hábitat en el predio del predio "Lote A" Cozumel .

Selva mediana	**Registros área de influencia**
Smilisca baudinii *Scinax staufferi* *Eeluterodactylus planirostris* *Rhinella horribilis*	*Smilisca baudinii* *Scinax staufferi* *Eeluterodactylus planirostris* *Trachycephalus typhonius* *Incilius valliceps*

No se observó una dominancia por parte de especies generalistas o especializadas, y como se observa en el cuadro anterior, tres especies fueron registradas en ambos hábitats, mientras que las tres especies restantes únicamente en uno de ellos. Sin embargo, es muy probable que éstas últimas también tengan presencia en la zona de selva mediana o transiten entre ambos hábitats (Figura 73).

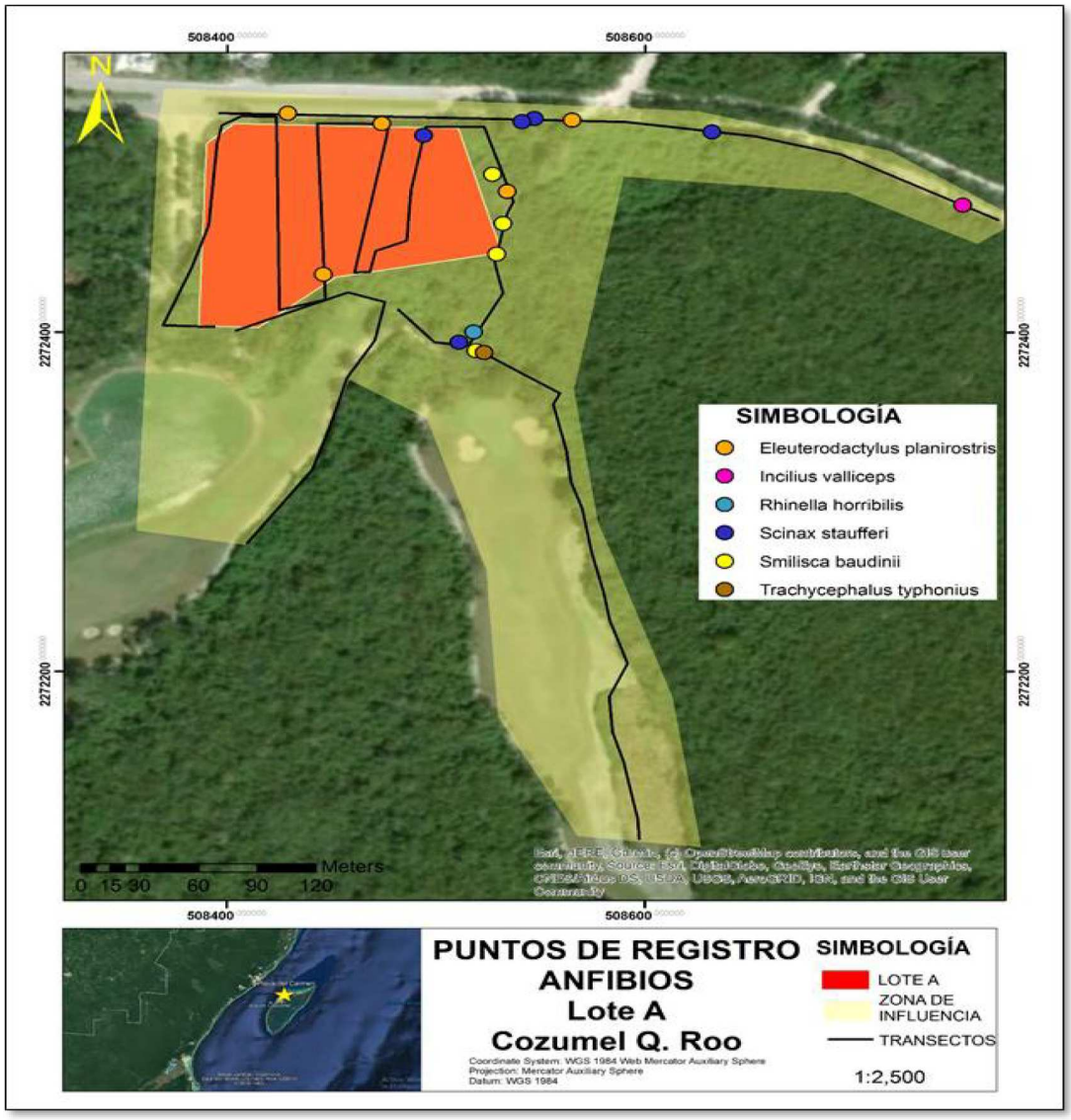


Figura 73. Ubicación de los registros de anfibios dentro del predio "Lote A" Cozumel.

REPTILES

Para este grupo se registró un total de 12 especies pertenecientes a ocho familias. Se observó una dominancia de *Basiliscus vittatus,* y se trata de una especie especializada en vivir en zonas con niveles de perturbación medios a bajos; el cocodrilo de pantano (*C. moreletii*) y la culebra lagartijera común (*M. melanolomus*), lo cual demuestra el buen estado de conservación que presenta área de estudio.

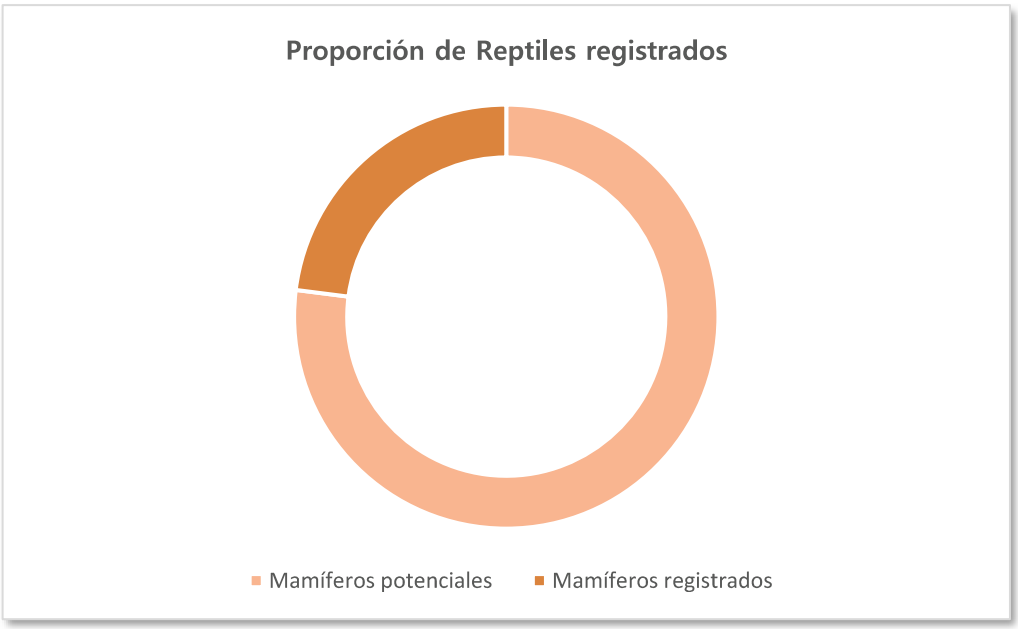
Cuadro 31. Listado de reptiles registrados en el predio "Lote A" Cozumel.

No.	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	Endemismo
1	Polichrotidae	*Anolis rodriguezii*	Anolis liso		
2	Polichrotidae	*Anolis sagrei*	Lagartija común		

No.	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	Endemismo
3	Sphaerodactylae	*Aristelliger georgeensis*	Gecko de la Isla San Jorge	Pr	
4	Gekkonidae	*Hemidactylus frenatus*	Gecko doméstico		
5	Lacertidae	*Basiliscus vittatus*	Toloc		
6	Iguanidae	*Ctenosaura similis*	Iguana rayada	A	
7	Iguanidae	*Iguana iguana*	Iguana verde	Pr	
8	Colubridae	*Leptodeira frenata*	Culebra ojo de gato		
9	Colubridae	*Mastigodryas melanolomus*	Culebra lagartijera común		
10	Colubridae	*Thamnophis proximus*	Culebra acuática	A	
11	Crocodylidae	*Crocodylus moreletii*	Cocodrilo de pantano	Pr	
12	Kinosternidae	*Kinosternon scorpioides*	Tortuga pecho quebrado	Pr	

Como puede observarse en la tabla anterior, seis de las especies registradas poseen alguna categoría de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, siendo estas Protección especial (Pr) y especie Amenazada (A).

En relación con el número de especies registradas en contraste con el número de especies potenciales, se tiene que en el presente estudio se detectó a un 24% de los reptiles potenciales para el área.



Reptiles registrados en contraste con especies potenciales.

En el gráfico siguiente (Figura 74) puede apreciarse la abundancia de cada especie, basada en el número de registros que obtuvo. Puede observarse que las especies más abundantes durante el muestreo corresponden a la Culebra lagartijera común (*Mastigodryas melanolomus*), al Toloc (*Basiliscus vittatus*) y al Cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*).

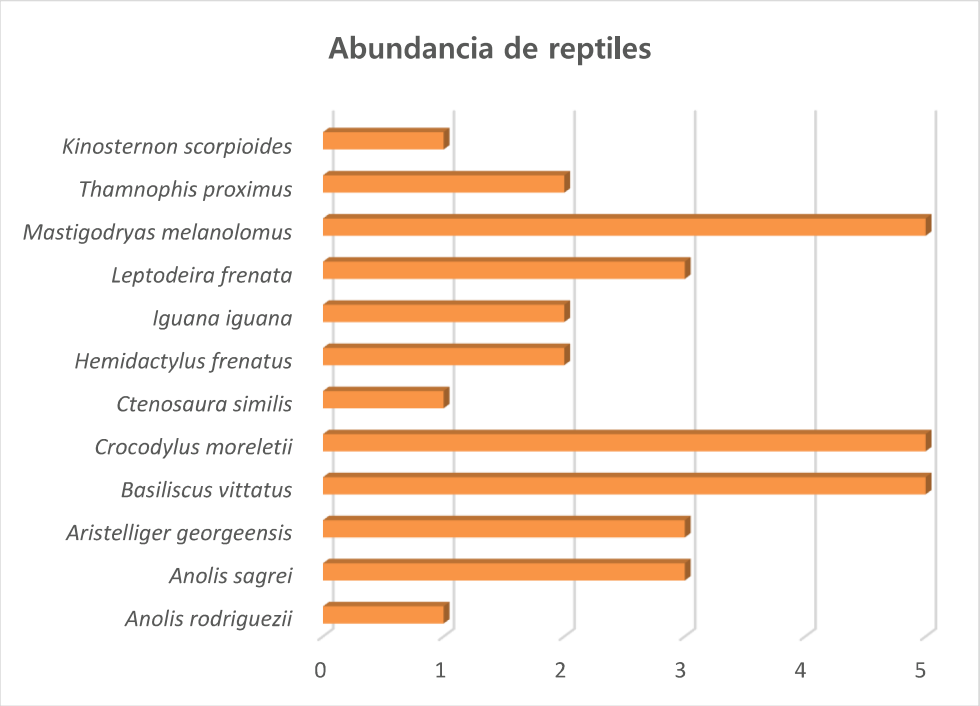


Figura 74. Número de registros por especie correspondiente al grupo de reptiles.

El tipo de hábitat en donde se obtuvo un mayor número de registros y especies corresponde al área de influencia, sin embargo, no se presenta una diferencia significativa entre ambas zonas. Al igual que en el caso de los anfibios, es factible el tránsito de individuos entre la selva mediana y la zona de influencia. El número de especies registradas en la zona de Selva Mediana corresponde a un total de 6, conformados por 6 registros. Por otra parte, en el área de influencia se obtuvieron 21 registros pertenecientes a 9 especies.

Se tiene que las especies que estuvieron presentes en ambos tipos de hábitat fueron el gecko doméstico (*H. frenatus*), la culebra ojo de gato (*L. frenata*) y la culebra lagartijera (*M. melanolomus*). En cuanto a la ubicación de los registros se tiene que esta fue homogénea en ambos hábitats (Cuadro 32).

Cuadro 32. Especies de reptiles por tipo de vegetación del predio "Lote A" Cozumel.

SELVA MEDIANA	ÁREA DE INFLUENCIA
Anolis rodriguezii *Basiliscus vittatus* *Ctenosaura similis* *Hemidactylus frenatus* *Leptodeira frenata* *Mastigodryas melanolomus*	*Anolis sagrei* *Aristelliger georgeensis* *Crocodylus moreletii* *Hemidactylus frenatus* *Iguana iguana* *Leptodeira frenata* *Mastigodryas melanolomus* *Thamnophis proximus* *Kinosernon scorpioides*

No se observaron especies muy generalistas en lo que a hábitat se refiere, ya que únicamente 3 especies se observaron en ambas zonas y la mayoría de las especies solo ocuparon un tipo de vegetación. Sin embargo y como se mencionó con anterioridad, es muy factible el tránsito de individuos de este grupo entre ambos hábitats.

Debido a las condiciones del predio, se puede tener la presencia de especies con distribución potencial que no se alcanzaron a registrar durante el monitoreo realizado. De estas especies, las más relevantes pueden ser serpientes de la familia de los colúbridos, tales como la culebra perico mexicana (*Leptophis mexicanus*) y/o la boa mazacuata (*Boa imperator*).

6.2.6 Especies de reptiles en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

De las especies registradas durante el presente trabajo se tiene que **6** se encuentran incluidas dentro de la NOM- 059-SEMARNAT-2010, en las categorías de Protección especial (Pr) y Amenazada (A). No se registraron especies consideradas endémicas de la Península de Yucatán.

Especie	NOM-059-2010
Aristelliger georgeensis	Pr
Crocodylus moreletii	Pr
Ctenosaura similis	A
Iguana iguana	Pr
Thamnophis proximus	A
Kinosternon scorpioides	Pr

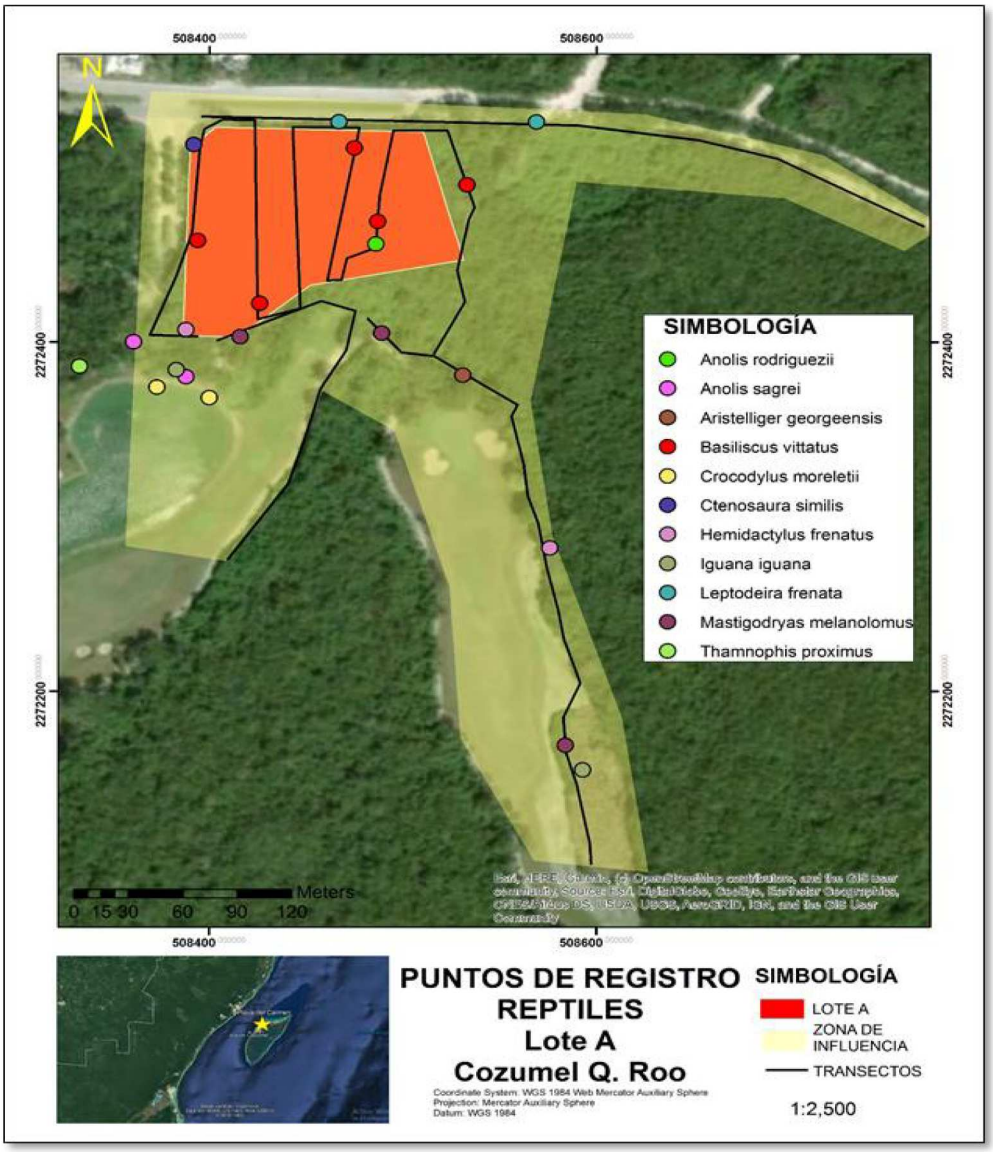


Figura 75. Ubicación de los registros de reptiles dentro del predio "Lote A" Cozumel.

AVES

Este grupo fue el más diverso en comparación con los anteriores, ya que se obtuvo el registro de un total de 61 especies de aves pertenecientes a 28 familias. De las especies registradas, 22 son consideradas migratorias (invernales), lo cual representa el 36% del total; así mismo, se observaron 2 especies consideradas transeúntes, las cuales representan el 3.27% del total de especies (Cuadro 33). Debido a su extensión, el listado de las especies de aves registradas se presenta en el **Apéndice II** del presente documento.

Cuadro 33. Cuadro descriptivo de la avifauna registrada en el sitio de estudio.

TOTAL, ESPECIES AVES	TOTAL	(%)
Especies	61	100%
Ordenes	11	
Familias	28	
Especies NOM (Pr protección especial y A amenazada)	3	4.91%
Especies Endémicas	8	13.11%
Aves acuáticas	15	24.59%
Aves terrestres	46	75.40%
Especies residentes	38	62.29%

En el presente estudio, se logró detectar al 27% de las especies de aves cuya distribución es potencial para el área.

Las especies que mayor número de registros tuvieron fueron el Vencejo de Vaux (*C. vauxii*) con 73 r
la Monjita americana (*H. mexicanus*) con 40 registros y el zanate mexicano (*Q. mexicanus*) con 34 reg

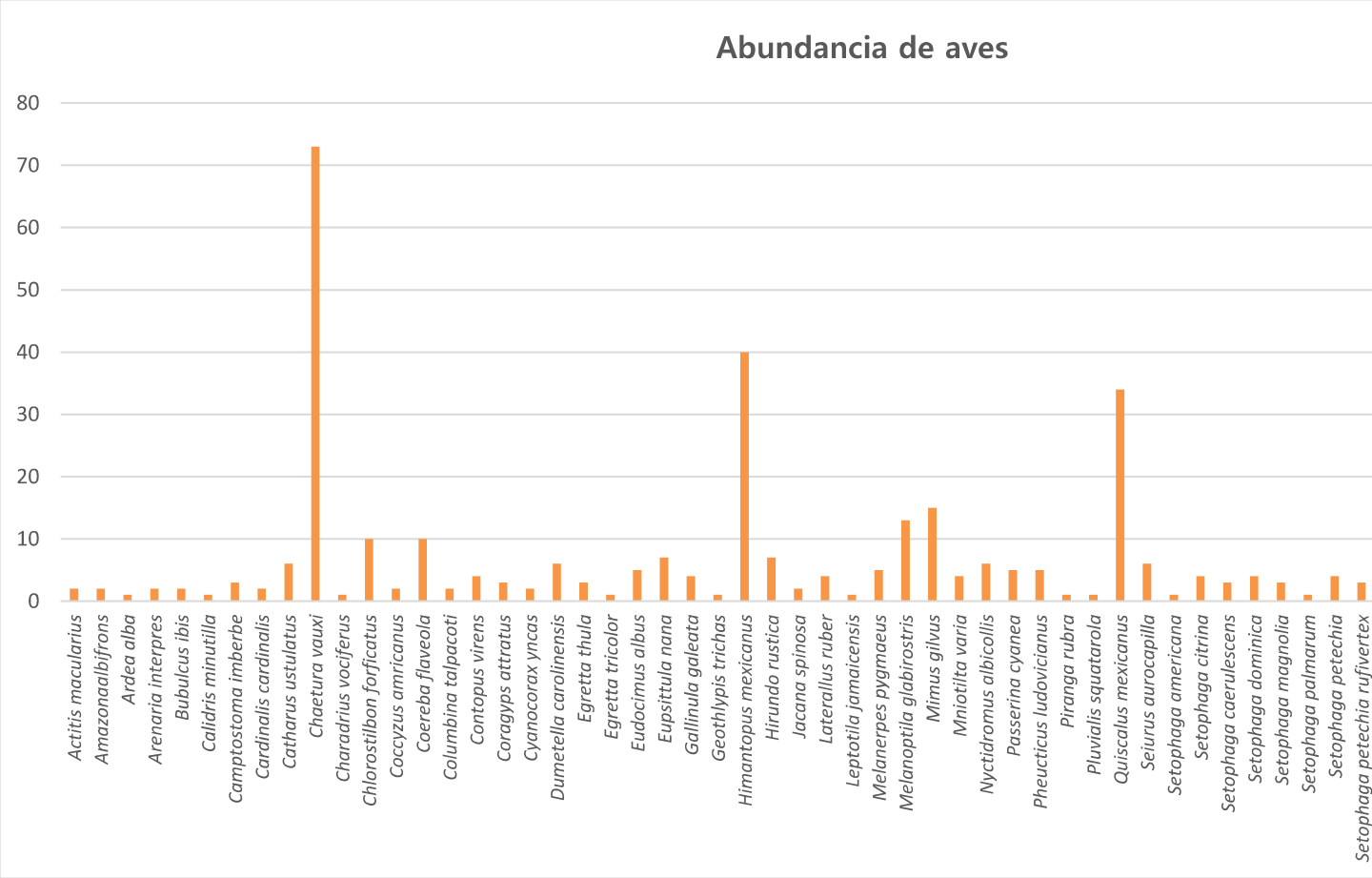


Figura 76. Número de registros por especie del grupo de aves.

De acuerdo con los datos obtenidos, no existe una diferencia significativa en lo que respecta a la riqueza de especies de avifauna entre los dos tipos de hábitat muestreados, ya que en la Selva mediana se registraron 42 especies y en el área de influencia 43. Lo anterior puede ser influenciado por los estados de conservación y conectividad que presentan ambas zonas.

Durante el presente estudio, 42 especies de aves fueron detectadas en ambos tipos de hábitat, mientras que 37 especies se registraron en un solo tipo de hábitat. Así mismo, la mayoría de los avistamientos se concentraron en las zonas con vegetación conservada (Cuadro 34).

Cuadro 34. Especies de aves detectadas en cada tipo de vegetación en el área de estudio.

Selva mediana	Selva mediana	Área de Influencia	Área de influencia
Amazona albifrons	*Nyctidromus albicollis*	*Actitis macularius*	*Melanerpes pygmaeus*
Camptostoma imberbe	*Passerina cyanea*	*Ardea alba*	*Melanoptila glabirostris*
Cardinalis cardinalis	*Pheucticus ludovicianus*	*Arenaria interpres*	*Mimus gilvus*
Catharus ustulatus	*Piranga rubra*	*Bubulcus ibis*	*Mniotilta varia*
Chaetura vauxi	*Quiscalus mexicanus*	*Calidris minutilla*	*Nyctidromus albicollis*
Charadrius vociferus	*Seiurus aurocapilla*	*Catharus ustulatus*	*Pluvialis squatarola*
Chlorostilbon forficatus	*Setophaga citrina*	*Chlorostilbon forficatus*	*Quiscalus mexicanus*
Coccyzus americanus	*Setophaga caerulescens*	*Coccyzus americanus*	*Setophaga americana*
Coereba flaveola	*Setophaga dominica*	*Coereba flaveola*	*Setophaga citrina*
Contopus virens	*Setophaga magnolia*	*Columbina talpacoti*	*Setophaga caerulescens*
Dumetella carolinensis	*Setophaga petechia*	*Contopus virens*	*Setophaga dominica*
Eupsittula nana	*Setophaga petechia rufivertex*	*Coragyps attratus*	*Setophaga magnolia*
Geothlypis trichas	*Setophaga ruticilla*	*Cyanocorax yncas*	*Setophaga palmarum*
Hirundo rustica	*Spindalis zena*	*Dumetella carolinensis*	*Setophaga petechia*
Leptotila jamaicensis	*Stelgidopteryx ridgwayi*	*Egretta thula*	*Setophaga petechia rufivertex*
Melanerpes pygmaeus	*Tiaris olivaceus*	*Egretta tricolor*	*Setophaga ruticilla*
Melanoptila glabirostris	*Tyrannus couchii*	*Eudocimus albus*	*Spatula discors*
Mimus gilvus	*Tyrannus melancholicus*	*Eupsittula nana*	*Tyrannus couchii*
	Uropsila leucogastra	*Gallinula galeata*	*Tyrannus melancholicus*
	Vermivora cyanoptera	*Himantopus mexicanus*	*Oreothlypis peregrina*
		Hirundo rustica	
		Jacana spinosa	
		Laterallus ruber	

Selva mediana	Selva mediana	Área de Influencia	Área de influencia
Mniotilta varia *Oreothlypis peregrina* *Vireo bairdi* *Vireo magister*			

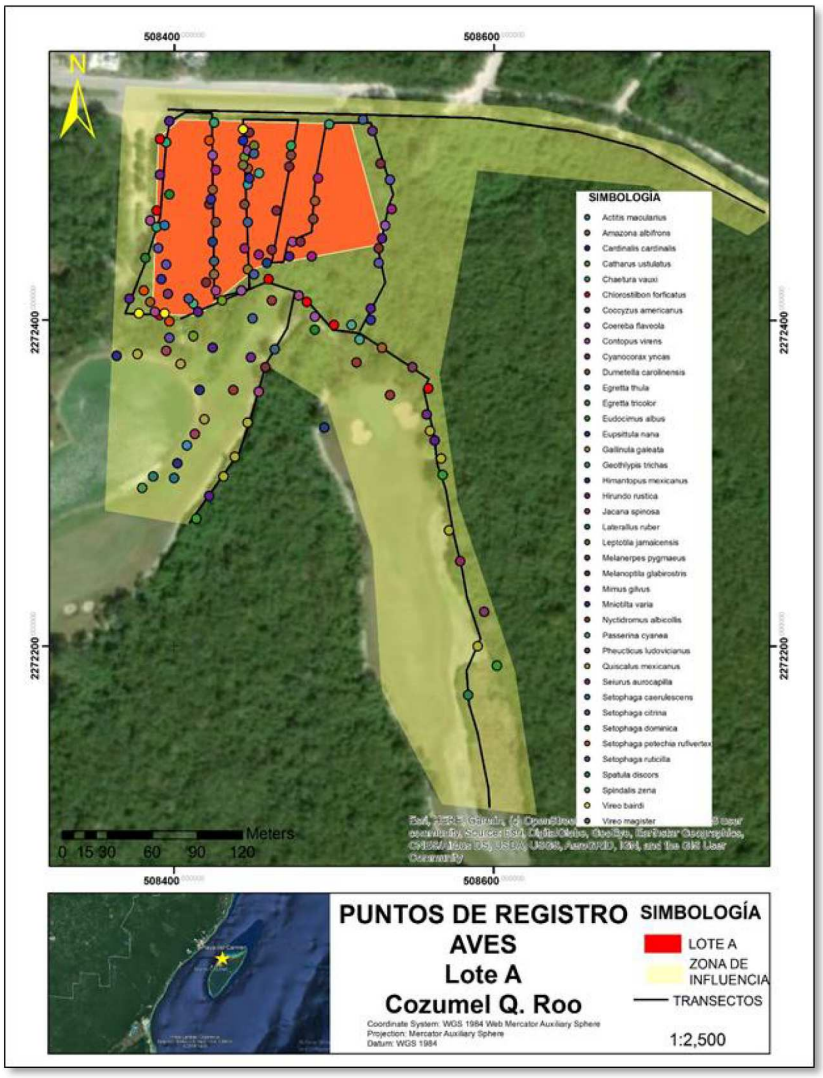


Figura 77. Ubicación de los principales registros de avifauna en el predio "Lote A" y su área de influencia.

Especies migratorias

Como se mencionó con anterioridad, se tuvo el registro de 22 especies migratorias (invernales) y 1 considerada transeúnte. Para este grupo se tiene que la especie más abundante fue el Pavito migratorio (*S. ruticilla*) con 15 registros, seguido por la Golondrina tijereta (*H. rustica*) con 7 registros siendo consideradas como

migratorias invernales y transeúntes, las cuales pasan los meses de invierno en esta zona.

Cuadro 35. Especies de aves migratorias registradas.

No.	Especie	Nombre común
1	*Actitis macularius*	Playero alzacolita
2	*Coccyzus americanus*	Cuclillo pico amarillo
3	*Contopus virens*	Papamoscas del Este
4	*Dumetella carolinensis*	Maullador gris
5	*Geothlypis trichas*	Mascarita común
6	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta
7	*Mniotilta varia*	Mascarita común
8	*Passerina cyanea*	Colorín azul
9	*Pheucticus ludovicianus*	Picogordo degollado
10	*Piranga rubra*	Tángara roja
11	*Pluvialis squatarola*	Chorlo gris
12	*Seiurus aurocapilla*	Chipe suelero
13	*Setophaga americana*	Chipe pecho manchado
14	*Setophaga citrina*	Chipe encapuchado
15	*Setophaga caerulescens*	Chipe azul negro
16	*Setophaga dominica*	Chipe garganta amarilla
17	*Setophaga magnolia*	Chipe de magnolia
18	*Setophaga palmarum*	Chipe playero
19	*Setophaga petechia*	Chipe amarillo
20	*Setophaga ruticilla*	Pavito migratorio
21	*Spatula discors*	Cerceta ala azul
22	*Vermivora cyanoptera*	Chipe alas azules
23	*Oreothlypis peregrina*	Chipe peregrino

En cuanto al número de especies de migratorias por cada tipo de vegetación, se tiene que para para la selva mediana se registraron 18 especies, y para la zona de influencia se registraron 17 especies.

Especies de avifauna en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y endemismo.

En lo que respecta a especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se obtuvo el registro de tres especies contempladas dentro de esta norma, de las cuales dos se encuentran en la categoría de Protección especial (Pr) y una como Amenazada (A). En cuanto a endemismos, se detectó un total de siete especies de aves endémicas de la Península de Yucatán, lo cual se especifica en el siguiente cuadro (Cuadro 36).

Cuadro 36. Especies de aves registradas que se encuentran bajo algún estatus de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Familia	Especie	Nombre común	Estacionalidad	NOM-059	Endemismo
Psitacidae	*Amazona albifrons*	Loro frente blanca	Residente	**Pr**	

Familia	Especie	Nombre común	Estacionalidad	NOM-059	Endemismo
Psitacidae	*Eupsittula nana*	Perico pecho sucio	Residente	**Pr**	
Trochilidae	*Chlorostilbon forficatus*	Esmeralda de Cozumel	Residente		E
Picidae	*Melanerpes pygmaeus*	Carpintero yucateco	Residente		E
Mimidae	*Melanoptila glabirostris*	Maullador negro	Residente		E
Parulidae	*Setophaga petechia rufivertex*	Chipe amarillo de Isla Cozumel	Residente		E
Spindalidae	*Spindalis zena*	Tangara cabeza rayada	Residente		E
Hirundinidae	*Stelgidopteryx ridgwayi*	Golondrina yucateca	Residente		E
Vireonidae	*Vireo bairdi*	Vireo de Cozumel	Residente	**Pr**	E

MAMÍFEROS

Durante el estudio en campo se registraron 9 especies de mamíferos silvestres pertenecientes a 8 familias. El grupo de los murciélagos o Quirópteros presentó una mayor dominancia en cuanto a número de individuos capturados, siendo estos un total de 43 pertenecientes a dos especies (Cuadro 37, Figura 78).

Cuadro 37. Especies de mamíferos registrados en el predio "Lote A" y su zona de influencia en Cozumel.

MAMÍFEROS				
Familia	**Especie**	**Nombre común**	**NOM-059**	**Endemismo**
Cuniculidae	*Cunniculus paca*	Tepezcuintle		
Didelphidae	*Didelphis marsupialis*	Tlacuache sureño		
Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*	Armadillo de nueve bandas		
Procyionidae	*Potos flavus*	Mico de noche	Pr	
Procyionidae	*Procyon pygmaeus*	Mapache de Cozumel	P	E
Tayassuidae	*Pecari tajacu ssp. nanus*	Pecari de collar		E
Felidae	*Leopardus wiedii*	Tigrillo	P	
Vespertilionidae	*Myotis keaysi*	Murciélago patas peludas		
Phyllostomidae	*Artibeus jamaicensis*	Murciélago frutero		

Como puede observarse en el cuadro anterior, tres de las especies registradas se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo las categorías de Protección especial (Pr) y Peligro de Extinción (P), así como dos mamíferos corresponden a especies endémicas de la región.

Considerando el número de especies de mamíferos cuya distribución es potencial para el área de estudio, se logró registrar al 23% de las mismas durante el trabajo de campo del presente estudio.

En el siguiente gráfico puede apreciarse la abundancia correspondiente a cada especie, donde claramente se distingue el alto número de individuos registrados de Murciélago frutero (*Artibeus jamaicenis*) en comparación con el resto de los mamíferos.

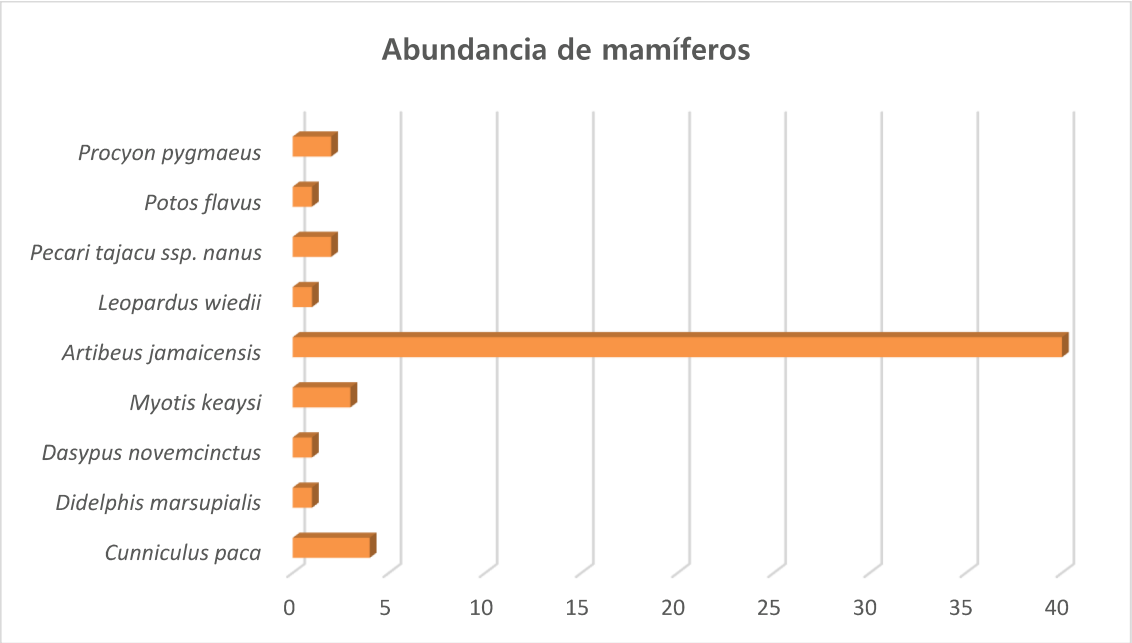


Figura 78. Número de registros por especie de mamíferos en el predio "Lote A" y su zona de influencia.

En lo que respecta a los tipos de hábitat, se tiene que la selva mediana obtuvo el mayor número de especies registradas, ya que en la zona de influencia únicamente se detectó a una especie. Lo anterior puede estar relacionado con la perturbación de hábitat que representa el campo de golf, el cual potencialmente provee refugio mucho más limitado a los mamíferos.

Cuadro 38. Especies de mamíferos registrados por tipo de vegetación.

Selva mediana	Zona de influencia
Cunniculus paca *Dasypus novemcinctus* *Didelphis marsupialis* *Myotis keaysi* *Artibeus jamaicensis* *Leopardus wiedii* *Potos flavus* *Procyon pygmaeus*	*Pecari tajacu ssp. nanus*

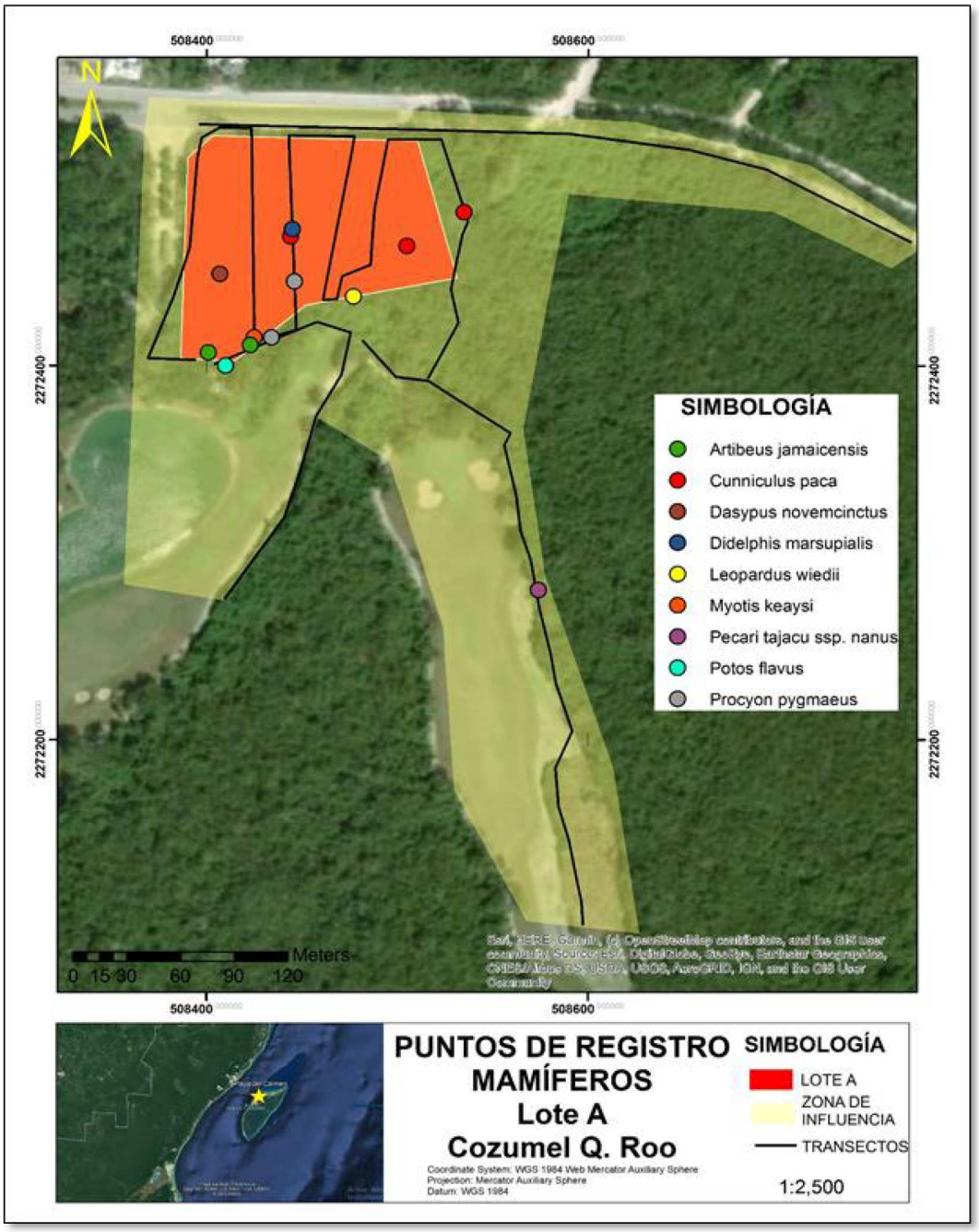


Figura 79. Ubicación de los registros de mamíferos en el predio "Lote A" y su área de influencia.

Mamíferos voladores (Quirópteros)

En relación con el grupo de Quirópteros, se capturó en las redes de niebla a un total de 43 ejemplares pertenecientes a dos especies, siendo la especie más dominante el murciélago frutero (*Artibeus jamaicensis)* representado por 40 de los individuos capturados. Cabe mencionar que ninguna de las especies se encuentra incluida en

la NOM-059-SEMARNAT-2010, ni se registraron especies endémicas de la Península de Yucatán (Cuadro 39).

Cuadro 39. Especies de murciélagos registradas en el predio "Lote A" Cozumel.

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Endemismo
Chiroptera	Vespertilionidae	*Myotis keaysi*	Murciélago patas peludas	
Chiroptera	Phyllostomidae	*Artibeus jamaicensis*	Murciélago frutero	

Cámaras trampa

Mediante el uso de las cámaras trampa, el cual resultó altamente efectivo durante el presente muestreo para la detección de especies de hábitos esquivos, fue posible detectar ejemplares de Mapache de Cozumel (*P. pygmaeus*), un ejemplar de Armadillo de nueve bandas (*D. novemcinctus*), ejemplares de Tepezcuintle (*C. paca*) y un ejemplar de Tigrillo (*Leopardus wiedii*).

Tigrillo (*Leopardus wiedii)*

Mapache de Cozumel *(P. pygmaeus)*

Armadillo (*D. novemcinctus*)

Tepezcuintle (*C. paca*)

ANÁLISIS DE DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA

ANFIBIOS

Diversidad Anfibios

La diversidad de los anfibios fue baja de acuerdo con el índice de Shannon el cual fue igual a 1.611

Cuadro 40. Índices de diversidad anfibios.

Índice	Valor
Shannon (H´)	1.611
Simpson (D)	0.777

Índice de Valor de Importancia Anfibios

Para este grupo se tiene que la Rana arborícola trompuda (*Scinax staufferi)* y la Rana chirriadora de invernadero (*E. planirostris)* fueron las especies con un mayor I.V.I., y debido a que ambas especies son muy sensibles a cambios inmediatos en el medio ambiente, esto puede reflejar que la zona presenta un buen nivel de conservación del hábitat.

Cuadro 41. Índice del Valor de Importancia para el grupo de los anfibios con base en los transectos. AR: Abundancia relativa; DR: Densidad relativa; FR: Frecuencia relativa;

ESPECIE	Registros	AR	DR	FR	I.V.I.
Smilisca baudinii	4	Común	22.22	22.22	44.44
Scinax staufferi	5	Abundante	27.78	22.22	50
Eeluterodactylus planirostris	5	Abundante	27.78	22.22	50
Trachycephalus typhonius	2	Frecuente	11.11	11.11	22.22
Incilius valliceps	1	Escasa	5.56	11.11	16.67
Rhinella horribilis	1	Escasa	5.56	11.11	16.67
	18		100	100	200

REPTILES

Diversidad Reptiles

La diversidad de los reptiles fue media de acuerdo con el índice de Shannon el cual fue igual a 2.33.

Cuadro 42. Índices de diversidad Reptiles.

Índice	Valor
Shannon (H´)	2.33
Simpson (D)	0.892

Índice de Valor de Importancia Reptiles

Para este grupo se calculó la densidad absoluta y relativa de las especies de reptiles registradas en los transectos, sus frecuencias y su abundancia relativa. De las 12 especies encontradas, se documentaron un total de 33 registros. Las especies Toloc (*B. vittatus)* y el Cocodrilo de pantano (*C. moreletii)* fueron las más importantes, seguidas del Gecko doméstico (*H. frenatus),* ya que al ser especies que presentan cierto grado de tolerancia a la perturbación antropogénica, se puede inferir que en lo que respecta a herpetofauna, la implementación del campo de golf a afectado la riqueza y abundancia de especies en la zona de selva mediana donde se realizó el estudio (Cuadro 43).

Cuadro 43. Índice del Valor de Importancia para el grupo de los reptiles con base en los transectos. AR: Abundancia relativa; DR: Densidad relativa; FR: Frecuencia relativa.

ESPECIE	Registros	AR	DR	FR	I.V.I.
Anolis rodriguezii	1	Escasa	3.03	6.67	9.69
Anolis sagrei	3	Frecuente	9.09	6.67	15.76
Aristelliger georgeensis	3	Frecuente	9.09	6.67	15.76
Basiliscus vittatus	5	Abundante	15.15	6.67	21.82
Crocodylus moreletii	5	Abundante	15.15	6.67	21.82
Ctenosaura similis	1	Escasa	3.03	6.67	9.69
Hemidactylus frenatus	2	Frecuente	6.06	13.33	19.39
Iguana iguana	2	Frecuente	6.06	6.67	12.73
Leptodeira frenata	3	Frecuente	9.09	13.33	22.42
Mastigodryas melanolomus	5	Abundante	15.15	13.33	28.48
Thamnophis proximus	2	Frecuente	6.06	6.67	12.73
Kinosteron scorpioides	1	Escasa	3.03	6.67	9.69
	33		100	100	200

AVES

Diversidad Aves

La diversidad de las aves fue alta de acuerdo con el índice de Shannon el cual fue igual a 3.35.

Cuadro 44. Índices de diversidad Aves.

Índice	Valor
Shannon (H´)	3.35
Simpson (D)	0.930

Índice de Valor de Importancia Aves

Para analizar los valores de importancia de las aves fue necesario hacer una división basada en su residencia, es decir, se separaron especies residentes de migratorias, ya que éstas últimas únicamente permanecen un cierto periodo de tiempo en la zona y en caso de realizar el muestreo en periodos fuera de la temporada de migración podría hacer que los índices de riqueza y abundancia no reflejen los datos de la forma más adecuada.

Especies residentes

Para el grupo de las aves residentes (Cuadro 45) se obtuvo que el Vencejo de Vaux (*C. vauxii*) tuvo los valores más altos de I.V.I., esto se puede explicar debido a la gran disponibilidad de alimento (insectos voladores) presentes en la zona de estudio. Sin embargo, esta especie no es la indicadora ideal del estado de conservación particular de la zona, ya que los ejemplares de vencejo normalmente sobrevuelan el área de estudio y abarcan grandes distancias. Otra especie que obtuvo un I.V.I. alto es el Zanate (*Q. mexicanus*), y su presencia es un indicador de la perturbación ocasionada por el campo de golf. No obstante, se observó poca dominancia de especies indicadoras de perturbación.

Cuadro 45. Índice del Valor de Importancia para el grupo de las aves residentes registradas. AR: Abundancia relativa; DR: Densidad relativa; FR: Frecuencia relativa.

ESPECIE	Registros	AR	DR	FR	I.V.I.
Amazona albifrons	2	Rara	0.70	2	2.70
Ardea alba	1	Rara	0.35	2	2.35
Arenaria interpres	2	Rara	0.70	2	2.70
Bubulcus ibis	1	Rara	0.35	2	2.35
Calidris minutilla	1	Rara	0.35	2	2.35
Camptostoma imberbe	3	Rara	1.05	2	3.05
Cardinalis cardinalis	2	Rara	0.70	2	2.70
Catharus ustulatus	6	Rara	2.10	4	6.10
Chaetura vauxi	73	Abundante	25.61	2	27.61
Charadrius vociferus	1	Rara	0.35	2	2.35
Chlorostilbon forficatus	10	Escasa	3.50	4	7.51
Coereba flaveola	10	Escasa	3.50	4	7.51
Columbina talpacoti	2	Rara	0.70	2	2.70
Coragyps attratus	3	Rara	1.05	2	3.05
Cyanocorax yncas	2	Rara	0.70	2	2.70
Egretta thula	3	Rara	1.05	2	3.05
Egretta tricolor	1	Rara	0.35	2	2.35
Eudocimus albus	5	Rara	1.75	2	3.75
Eupsittula nana	7	Escasa	2.46	4	6.46
Gallinula galeata	4	Rara	1.41	2	3.40

ESPECIE	Registros	AR	DR	FR	I.V.I.
Himantopus mexicanus	40	Frecuente	14.04	2	16.03
Jacana spinosa	2	Rara	0.70	2	2.70
Laterallus ruber	4	Rara	1.40	2	3.40
Leptotila jamaicensis	1	Rara	0.35	2	2.35
Melanerpes pygmaeus	5	Rara	1.75	4	5.75
Melanoptila glabirostris	13	Escasa	4.56	4	8.56
Mimus gilvus	15	Escasa	5.26	4	9.26
Nyctidromus albicollis	6	Rara	2.10	4	6.11
Quiscalus mexicanus	34	Frecuente	11.93	4	15.93
Setophaga petechia rufivertex	3	Rara	1.05	4	5.05
Spindalis zena	1	Rara	0.359	2	2.35
Stelgidopteryx ridgwayi	5	Rara	1.75	2	3.75
Tiaris olivaceus	3	Rara	1.05	2	3.05
Tyrannus couchii	5	Rara	1.75	4	5.75
Tyrannus melancholicus	3	Rara	1.05	4	5.05
Uropsila leucogastra	1	Rara	0.359	2	2.35
Vireo bairdi	3	Rara	1.05	2	3.05
Vireo magister	2	Rara	0.70	2	2.70
	285		100	100	200

Especies migratorias

Dentro del grupo de las aves migratorias se tuvo una mayor dominancia de especies de chipes como el Pavito migratorio (*S. ruticilla*) y la Golodrina tijereta (*H. rustica*), los cuales utilizan el sitio como zona de alimentación. En el caso de la Golondrina tijereta el muestreo coincidió con su cruce ya que esta especie no se queda a pasar el invierno en la zona, sino que continúan su camino a Centroamérica. En total se detectaron 22 especies migratorias invernales y 1 transeúnte, las cuales hacen uso de las diferentes zonas del predio como sitio de alimentación y refugio temporal, por lo que las zonas con vegetación adquieren gran importancia en este aspecto (Cuadro 46).

Cuadro 46. Índice del Valor de Importancia para el grupo de las aves migratorias registradas. AR: Abundancia relativa; DR: Densidad relativa; FR: Frecuencia relativa.

ESPECIE	Registros	AR	DR	FR	I.V.I.
Actitis macularius	2	Escasa	2.35	2.86	5.21
Coccyzus americanus	2	Escasa	2.35	5.71	8.07
Contopus virens	4	Escasa	4.70	5.71	10.42
Dumetella carolinensis	6	Frecuente	7.06	5.71	12.77
Geothlypis trichas	1	Escasa	1.18	2.86	4.03
Hirundo rustica	7	Frecuente	8.23	5.71	13.95
Mniotilta varia	4	Escasa	4.71	5.71	10.42

ESPECIE	Registros	AR	DR	FR	I.V.I.
Passerina cyanea	5	Frecuente	5.88	2.86	8.74
Pheucticus ludovicianus	5	Frecuente	5.88	2.86	8.74
Piranga rubra	1	Rara	1.17	2.86	4.03
Pluvialis squatarola	1	Rara	1.18	2.86	4.03
Seiurus aurocapilla	6	Frecuente	7.06	2.85714286	9.92
Setophaga americana	1	Rara	1.18	2.85714286	4.03
Setophaga citrina	4	Escasa	4.71	5.71428571	10.42
Setophaga caerulescens	3	Escasa	3.53	5.71428571	9.24
Setophaga dominica	4	Escasa	4.71	5.71428571	10.42
Setophaga magnolia	3	Escasa	3.53	5.71428571	9.24
Setophaga palmarum	1	Rara	1.18	2.85714286	4.03
Setophaga petechia	4	Escasa	4.71	5.71428571	10.42
Setophaga ruticilla	15	Abundante	17.65	5.71428571	23.36
Spatula discors	1	Rara	1.18	2.85714286	4.03
Vermivora cyanoptera	2	Escasa	2.35	2.85714286	5.21
Oreothlypis peregrina	3	Escasa	3.53	5.71428571	9.24
	85		100	100	200

Cabe destacar que el alto porcentaje de especies migratorias demuestra que el área de estudio provee de importantes condiciones para alimentación y refugio a estas aves en sus condiciones actuales.

MAMÍFEROS

Diversidad Mamíferos

La diversidad de los mamíferos fue baja de acuerdo con el índice de Shannon el cual fue igual a 1.74.

Cuadro 47. Índices de diversidad Mamíferos.

Índice	Valor
Shannon (H´)	1.74
Simpson (D)	0.795

Índice de Valor de Importancia Mamíferos

La presencia de especies de mamíferos indicadores de zonas conservadas, como el Tigrillo (*L. wiedii*), nos brinda un panorama del estado de conservación del predio, y los registros ocurrieron principalmente en la zona de selva mediana. Por lo anterior, puede concluirse que la zona aún conserva su integridad funcional en términos ecológicos (Cuadro 48).

Cuadro 48. Índice del Valor de Importancia para el grupo de mamíferos registrados. AR: Abundancia relativa; DR: Densidad relativa; FR: Frecuencia relativa.

Especies	Registros	AR	DR	FR	I.V.I.	DA (ind/ha)
Cunniculus paca	4	Abundante	28.5714286	14.28571429	42.8571429	1.48478099
Dasypus novemcinctus	1	Escasa	7.14285714	14.28571429	21.4285714	0.37119525
Didelphis marsupialis	1	Escasa	7.14285714	14.28571429	21.4285714	0.37119525
Leopardus wiedii	1	Escasa	7.14285714	14.28571429	21.4285714	0.37119525
Pecari tajacu ssp. nanus	4	Abundante	28.5714286	14.28571429	42.8571429	1.48478099
Potos flavus	1	Escasa	7.14285714	14.28571429	21.4285714	0.37119525
Procyon pygmaeus	2	Frecuente	14.2857143	14.28571429	28.5714286	0.7423905

Análisis de riqueza y abundancia del grupo Quirópteros

Durante el trabajo de campo se realizó un esfuerzo de muestreo de 96 m^2 de red y 4 h de trabajo. Se tuvieron 43 capturas de dos diferentes especies. La mayoría de las capturas (40) correspondieron a ejemplares de Murciélago frutero (*A. jamaicensis)*, y únicamente tres al Murciélago patas peludas de (*M. keaysi)*.

El alto porcentaje de capturas indica el grado de actividad de este grupo faunístico, el cual puede considerarse alto para el tiempo en que las redes se colocaron, lo cual a su vez nos brinda una idea en cuanto a la disponibilidad y abundancia de alimento que proporciona el predio (Cuadro 49).

Cuadro 49. Número de registros de los murciélagos registrados en el predio "Lote A" y zona de influencia en Cozumel.

Nombre Común	Nombre Científico	Registros
Murciélago patas peludas	Myotis keaysi	3
Murciélago frutero	Artibeus jamaicensis	40

ESPECIES EN LA NORMA MEXICANA NOM-059-SEMARNAT-2010 Y ENDEMISMO

En el área de estudio se registraron un total de **12** especies incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, correspondientes a los grupos de reptiles, aves y mamíferos, y se enlistan en el cuadro 50. Las categorías de riesgo de las especies registradas se clasifican en: Peligro de extinción (P), Amenazadas (A) y sujetas a Protección especial (Pr).
Así mismo, **10** de las especies detectadas corresponden a especies endémicas de la región, en su mayoría aves, y al tratarse de una isla, esta condición resulta más común en ciertos grupos de vertebrados.

Cuadro 50. Listado de especies de vertebrados registrados en el predio del predio "Lote A" y área de influencia en Cozumel que se encuentran incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. P= Peligro de Extinción A=Amenazada Pr= Protección especial

No.	Familia	Especie	Nombre común	NOM 059
1	Sphaerodactylae	*Aristelliger georgeensis*	Gecko de la Isla San Jorge	Pr
2	Iguanidae	*Ctenosaura similis*	Iguana rayada	A
3	Iguanidae	*Iguana iguana*	Iguana verde	Pr
4	Colubridae	*Thamnophis proximus*	Culebra acuática	A
5	Crocodylidae	*Crocodylus moreletii*	Cocodrilo de pantano	Pr
6	Kinosternidae	*Knosternon scorpioides*	Tortuga pecho quebrado	Pr
7	Psitacidae	*Amazonaalbifrons*	Loro frente blanco	Pr
8	Psitacidae	*Eupsittula nana*	Perico pecho sucio	Pr
9	Vireonidae	*Vireo bairdi*	Vireo de Cozumel	A
10	Felidae	*Leopardus wiedii*	Tigrillo	P
11	Procyionidae	*Potos flavus*	Mico de noche	Pr
12	Procyionidae	*Procyon pygmaeus*	Mapache de Cozumel	P

Cuadro 51. Listado de especies endémicas registradas en el predio del predio "Lote A" y área de influencia.

No.	Familia	Especie	Nombre común	Endemismo
1	Picidae	*Melanerpes pygmaeus*	Carpintero yucateco	E
2	Trochilidae	*Chlorostilbon forficatus*	Esmeralda de Cozumel	E
3	Spindalidae	*Spindalis zena*	Tangara cabeza rayada	E
4	Mimidae	*Melanoptila glabirostris*	Maullador negro	E
5	Parulidae	*Setophaga petechia rufivertex*	Chipe amarillo de Isla Cozumel	E
6	Hirundinidae	*Stelgidopteryx ridgwayi*	Golondrina yucateca	E
7	Vireonidae	*Vireo magister*	Vireo yucateco	E
8	Vireonidae	*Vireo bairdi*	Vireo de Cozumel	E
9	Tayassuidae	*Pecari tajacu ssp. nanus*	Pecari de collar	E
10	Procyionidae	*Procyon pygmaeus*	Mapache de Cozumel	E

6.2.7 Discusión.

El presente monitoreo para caracterizar la fauna del sitio de estudio se realizó basado principalmente en la metodología de transectos, ya que mediante estos se tiene la posibilidad de abarcar una mayor superficie, así como hacer posible el registro de cualquier individuo que sea observado.

El predio abarca una superficie de 1.2 ha aproximadamente y debido a su conectividad con los hoyos 14 y 15 del campo de golf *Cozumel Country Club* se decidió desarrollar las técnicas de muestreo en el área de influencia para registrar la mayor cantidad de especies en la zona.

Durante el presente estudio se registró un total de **88** especies de vertebrados, siendo el grupo más diverso las aves con **61**, seguido de los reptiles **12**, los mamíferos **9** y finalmente los anfibios con **6**.

La baja perturbación en lo que corresponde al área de selva mediana ha permitido tener una diversidad importante de vertebrados, y en especial de especies migratorias y endémicas tanto de la Península de Yucatán como de la propia Isla de Cozumel.

Teniendo que durante el estudio se obtuvo el registro de 10 especies endémicas, siendo éstas ocho aves y dos mamíferos, dicha información debe tratarse como relevante ya que las especies endémicas pueden ser altamente susceptibles frente a la modificación de su hábitat. Por lo anterior, ante la implementación de cualquier proyecto en el área de estudio, deben contemplarse medidas que minimicen los impactos potenciales sobre dichas especies, así como se sugiere un monitoreo periódico de las mismas.

La presencia de especies que requieren zonas conservadas y arboladas, como la Martucha (*P. flavus*) y el Tigrillo (*L. wiedii*), es un buen indicador del estado de conservación que tiene el área de estudio, y ello puede considerarse relevante y tenerse en cuenta en relación con la implementación de algún proyecto, ya que estas especies serán vulnerables a los cambios antropogénicos.

Referente al grupo de aves, se observa una diferencia significativa entre la zona de selva mediana y el área de influencia, ya que en esta última se observaron especies acuáticas mientras que en la zona de selva mediana se detectó una mayor abundancia de especies migratorias.

La zona de selva mediana no ha sufrido impactos importantes que afecten su funcionalidad ecológica ya que en ella se observan especies que ocupan el sitio para alimentación, refugio y reproducción.

En cuanto a presencia de fauna feral, se observó un perro (*Canis familiaris*) en la zona del campo de golf. Lo anterior debe tomarse en cuenta ya que puede convertirse en un factor que influye de forma importante en la composición y abundancia de las especies de fauna silvestre.

De acuerdo con lo mencionado previamente, y desde una perspectiva general, las zonas del predio con vegetación actualmente ofrecen servicios ambientales de gran importancia a la fauna, por lo que en caso de desarrollarse un proyecto es necesario el implementar acciones de conservación que beneficien a las poblaciones silvestres.

Se tiene que los resultados estadísticos arrojaron datos interesantes de dominancia y de valores de importancia de especies que son sensibles a la perturbación antropogénica.

Un indicativo es la abundancia de especies de aves migratorias y la presencia de mamíferos los cuales solo se observan en zonas bien conservadas o de baja perturbación. Así mismo, se tuvo una alta actividad de quirópteros y a pesar de que la diversidad específica fue baja, la abundancia de individuos fue alta.

6.2.8 Conclusiones.

- Se determina que el predio se encuentra en un estado de baja perturbación antropogénica.
- El predio es una zona de establecimiento de fauna, y es necesario mantener la conectividad de esta zona con el macizo forestal del norte de Cozumel.
- La presencia de especies endémicas en el sitio refleja la importancia de este en cuanto a biodiversidad y conservación se refiere. Por ello, ante la implementación de un proyecto, deben considerarse la aplicación de medidas de mitigación oportunas para minimizar impactos negativos sobre las especies endémicas.
- Al momento el predio ofrece las condiciones buenas para fauna silvestre ya que cuenta con agua, alimento y áreas de refugio.
- El grupo de los anfibios, reptiles y mamíferos serán los más impactados en caso de efectuarse actividades de desmonte y de la implementación de algún proyecto.
- La conectividad que tiene la zona de estudio con el macizo forestal del norte de Cozumel influye en la diversidad registrada durante el presente estudio.
- Los programas de rescate y reforestación con especies nativas de flora que produzcan alimento para la fauna serán de vital importancia para mitigar impactos a la fauna silvestre en caso de efectuarse actividades de remoción de vegetación.
- En general, la composición faunística del predio corresponde a fauna característica de sitios con perturbación baja debido a que el predio tiene conectividad con zonas forestales importantes y es preciso mantenerla con el fin de evitar la disminución de especies.
- Las acciones referentes a la conservación de fauna dentro del predio se deben enfocar a las especies que se encuentran incluidas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y a las endémicas. Así mismo, se debe considerar la posibilidad que otras especies que no se registraron en este estudio tengan presencia en el sitio.

6.2.9 Recomendaciones.

a) Conservar la mayor cantidad de la estructura vegetal, principalmente la que colinda con el macizo forestal del norte de Cozumel.
b) Mantener corredores de vegetación original entre el desarrollo y el macizo forestal adyacente para mantener la conectividad y minimizar el impacto en la fauna silvestre.
c) Realizar el control de ingreso de personas al predio.

d) Ejecutar un programa de manejo de residuos y vigilar que este se cumpla de manera estricta.
e) Ejecutar un programa de concientización ambiental dirigido a toda persona que esté involucrada con el proyecto a realizar con el fin de evitar el tráfico, cacería y eliminación de especies silvestres.
f) Realizar el seguimiento del muestreo en fechas de verano con esfuerzos de registro y diseño similar al presente estudio para futuras comparaciones y detectar las variaciones de la fauna a través del tiempo.
g) Implementar un programa de rescate de flora y de reforestación con especies nativas que permita recuperar áreas verdes y enriquecer las ya existentes, con el fin de promover la conservación de la diversidad de la fauna silvestre al predio.
h) Diseñar pasos de fauna enfocados a los mamíferos medianos e implementar medidas de control de velocidad para los vehículos enfocados a proteger del atropellamiento especialmente a los anfibios y reptiles.

7 PAISAJE.

Existen numerosas definiciones de paisaje, que han ido evolucionando hasta determinarlo y centrarlo como un valor estético, como un recurso y como una combinación de elementos físicos, bioecológicos y humanos (citando a Lowenthal 1962, González 1981a, Benayas 1992). Si consideramos al paisaje como el escenario de la actividad humana, cualquier acción artificial repercute inmediatamente en los factores perceptuales. El paisaje puede identificarse como el conjunto de interrelaciones derivadas de la interacción entre geomorfología, clima, vegetación, fauna, agua y modificaciones antrópicas (citando a Dunn, 1974, MOPT 1993). Se puede considerar como la expresión espacial y visual del medio y entenderlo como un recurso natural escaso y valioso.

Conforme a lo anterior, en el SA se encuentran seis unidades ambientales, la primera corresponde a vegetación natural formada por vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, la segunda a vegetación herbácea, la tercera corresponde a vegetación de matorral costero y la cuarta a vegetación de manglar. Asimismo, se registraron otras coberturas de índole natural como una zona inundable y la playa arenosa. La última corresponde a los elementos antrópicos conformados por asentamientos humanos y, áreas sin vegetación.

A continuación, se procede a la descripción de las unidades ambientales del SA.

Vegetación natural: Como se ha descrito líneas arriba, la vegetación natural presente el SA representa el 82.79% de este, y está conformada por vegetación de selva mediana subperennifolia, vegetación de manglar, vegetación secundaria y vegetación de matorral costero. De estas la selva, el manglar y matorral ofrecen aún servicios ecosistémicos para la flora y fauna, ya que la vegetación secundaria corresponde a un hábitat que colonizan las especies adaptadas a las condiciones de perturbación.

Cuerpos de agua: Se ubican en la parte central del SA, hacen referencia a los cuerpos de aguas de los campos de golf. Esta área representa el 0.81% del SA.

Playa: Corresponde a la zona de playa arenosa ubicada al Noroeste del SA donde se desarrollan actividades recreativas turísticas en la zona norte de Cozumel. Representa el 0.86% del SA.

Urbano construido, caminos, vialidades, y áreas sin vegetación: Esta unidad ambiental corresponde al 15.54% del SA. En esta se encuentran agrupados desarrollos como hoteles, condominios y casas habitación, vialidades, brechas y caminos.

Conforme a lo anterior, se determina que, en el Sistema Ambiental definido para el proyecto, predominan rasgos paisajísticos con alto grado de conservación, con elementos antrópicos, esto definido por que la unidad ambiental natural lo representa el 83.65% del SA (áreas con vegetación y playa), y el antrópico por el 16.35%.

7.1 EVALUACIÓN DEL PAISAJE.

En el contexto de las actividades humanas, el paisaje se comporta como un recurso natural aprovechable mediante actividades específicas. Sin embargo, la evaluación de la calidad del paisaje presenta la dificultad de ser un componente básicamente subjetivo, pero destacan tres criterios básicos: la visibilidad, la calidad paisajística y la fragilidad visual.

De acuerdo con la guía de la MIA-P establecida por la SEMARNAT, la visibilidad, la calidad paisajística y la fragilidad visual, se define como sigue:

Cuadro 52. Definición de los criterios para la evaluación del paisaje.

La visibilidad	Se entiende como el espacio del territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada. Esta visibilidad suele estudiarse mediante datos topográficos tales como altitud, orientación, pendiente, etc. Posteriormente puede corregirse en función de otros factores como la altura de la vegetación y su densidad, las condiciones de transparencia atmosférica, distancia, etc. La visibilidad puede calcularse con métodos automáticos o manuales.
La calidad paisajística	Incluye tres elementos de percepción: las características intrínsecas del sitio, que se definen habitualmente en función de su morfología, vegetación, puntos de agua, etc.; la calidad visual del entorno inmediato, situado a una distancia de 500 y 700 m; en él se aprecian otros valores tales como las formaciones vegetales, litología, grandes masas de agua, etc.; y la calidad del fondo escénico, es decir, el fondo visual del área donde se establecerá el proyecto. Incluye parámetros como intervisibilidad, altitud, formaciones vegetales, su diversidad y aspectos geomorfológicos.
La fragilidad del paisaje	Es la capacidad del mismo para absorber los cambios que se produzcan en él. La fragilidad está conceptualmente unida a los atributos

	anteriormente descritos. Los factores que la integran se pueden clasificar en biofísicos (suelos, estructura y diversidad de la vegetación, contraste cromático, etc.) y morfológicos (tamaño y forma de la cuenca visual, altura relativa, puntos y zonas singulares).

Otra variable importante a considerar es la frecuencia de la presencia humana. No es lo mismo un paisaje prácticamente sin observadores que uno muy frecuentado, ya que la población afectada es superior en el segundo caso. Las vialidades, zonas urbanas, tipos de vegetación, cuerpos de agua y puntos escénicos deben ser tomadas en cuenta.

Para el análisis del paisaje vamos a delimitar primero las siguientes actividades o factores:

Actividad	Aplicación al proyecto "Condominio K'iino"
Área de estudio y zona de influencia.	El área de estudio corresponde al predio donde se pretende llevar a cabo el proyecto, el cual se ubica en la zona costera norte de la Isla de Cozumel. El predio de interés corresponde al polígono A del lote 57-10 del Plan Maestro Cozumel Country Club, ubicado sobre la Carretera costera Norte, zona hotelera del Municipio de Cozumel, Estado de Quintana Roo. El predio cuenta con una superficie total de 12,724.61 m^2 de acuerdo con el plano topográfico del predio. El proyecto consiste en un condominio con 2 edificios de 11.0 m de altura de tres niveles con roof garden, que albergarán un total de 32 villas, así como una palapa de amenidades, dos albercas con asoleaderos, andadores peatonales, circulaciones verticales, bodega y cuarto de basura, instalaciones y servicios, estacionamiento y áreas de conservación. La zona de influencia se refiere al Sistema Ambiental (SA) definido para el proyecto, cuyos límites se establecieron en función al Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Cozumel. En general es un SA con alto grado de conservación, ya que su mayor parte en superficie está ocupada por vegetación natural. La totalidad de las obras se desplantarán en una superficie de 3,655.08 m^2 que equivale al 28.72 % del predio, la superficie restante, es decir 9,069.53m^2 (71.28 %) se mantendrá como conservación con vegetación en estado natural. El SA se encuentra con áreas de vegetación natural, zonas con infraestructura y sin vegetación. En general se encuentra en buen estado de conservación, cabe mencionar que el SA es cercano al Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel y al Área

Actividad	Aplicación al proyecto "Condominio K'iino"
	Natural Protegida con la categoría de Reserva Estatal la Región denominada Selvas y Humedales de Cozumel. Sin embargo, del lado Oeste del SA es ampliamente usado por los turistas, ya que se mueven en el área marina por las actividades acuáticas de los prestadores de servicios, y en la parte terrestre por la Av. Rafael E. Melgar que comunica la Ciudad con la zona donde se pretende establecer el proyecto.
Concentración demográfica, accesibilidad y flujo de observadores.	La concentración demográfica y turística en la zona de influencia del proyecto es baja, ya que el predio se ubica al final de la vialidad principal de la zona costera norte donde la afluencia turística se restringe a los hoteles y residencias que hay de manera distante. La mayor concentración de personas se da en la zona centro de la isla donde arriban los cruceros y transporte marítimo, zona que queda fuera del sistema ambiental. La concentración demográfica más cercana se encuentra al Norte, con Beachouse Dive Hostel Cozumel y al Sur con el Club de Golf del Plan Maestro Cozumel Country Club. Fuera del SA del lado Este se encuentra el Aeropuerto de Cozumel. La accesibilidad al predio es por el Av. Rafael E. Melgar y la vialidad principal del Plan Maestro Cozumel Country Club. Como se ha mencionado con anterioridad, el predio del proyecto forma parte del Plan Maestro Cozumel Country Club, junto a éste se encuentran también otros lotes designados a desarrollarse a futuro. Sin embargo, cercanos a predio de interés, los Lotes E y F ya se encuentran en desarrollo, lo que más adelante una vez concluidos no se descarta la posibilidad de la circulación de más personas en la zona. El paisaje que los observadores perciben es el de una zona turística, con zonas de vegetación abundantes, secciones de playa con arena blanca, y el mar Caribe. Las personas que lograrán percibir el desarrollo del proyecto, son aquellas que visiten el campo de golf del Plan Maestro ubicado al sur del predio. Así como las personas que transiten en la Av. Rafael E. Melgar y la vialidad principal del Plan Maestro.
Componente central y componentes restantes: unidades de paisaje (UP).	Para definir el componente central de este proyecto se consideró que la mayoría de los observadores que transitan por la Av. Rafael E. Melgar y la vialidad principal del Plan Maestro Cozumel Country Club. La vegetación y uso de suelo donde se proponen las obras, son el componente central para el análisis del paisaje de la zona de influencia y el predio del proyecto. De ahí que en la zona de influencia

Actividad	Aplicación al proyecto "Condominio K'iino"
	hay 4 unidades de paisaje. Vegetación natural: está conformada por vegetación de selva mediana subperennifolia, vegetación manglar, vegetación secundaria y vegetación gramínea. Cuerpos de agua: Se ubican en la parte central del SA, asociados al campo de golf. Playa: Corresponde a la zona de playa arenosa ubicada al Oeste del SA donde se desarrolla la principal actividad recreativa turística de la Ciudad de Cozumel y Asentamientos humanos y áreas sin vegetación: En esta se encuentran agrupados desarrollos como hoteles, condominios y casas habitación. El componente central del área de estudio está conformado por 4 unidades ambientales: vegetación selva, manglar, vegetación secundaria y matorral costero.
Controlar las condiciones de visibilidad.	La visibilidad del paisaje relativa a la construcción del proyecto se circunscribe a lo que se pueda apreciar por los observadores que transitan por el campo de golf del Plan Maestro y por la Av. Rafael E. Melgar. A pesar de encontrarse cercano a la vialidad se contará con malla durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto.
Analizar calidad y fragilidad paisajística.	Calidad del paisaje El desarrollo del proyecto quedará inmerso en un SA que ha sufrido modificaciones en sus unidades naturales y de paisaje, principalmente hacia el desarrollo turístico. Este se sumará a los desarrollos turísticos construidos acorde a los parámetros y reglas urbanísticas de Cozumel. Los edificios que se contemplan sobresaldrán al paisaje natural, ya que los edificios sobrepasan la altura de la vegetación, sin embargo, el 66.40 % de la superficie del predio se mantendrá como áreas de conservación (sin modificación ni alteraciones). Fragilidad Se valora la fragilidad en función de los factores biofísicos que ponderan la fragilidad visual del punto específico considerando suelo, cubierta vegetal, pendiente, orientación y accesibilidad dado por la distancia y acceso visual a y desde los núcleos de observadores. A nivel del SA, la unidad de paisaje con vegetación mejor conservada es la selva mediana subperennifolia y el manglar, por lo que tienen un valor de fragilidad bajo siendo que presentan condiciones más apegadas a las naturales. Las unidades de paisaje con alta fragilidad corresponden a las áreas sin vegetación, vegetación secundaria, graminoide, infraestructura, caminos y brechas.

Con base en la descripción de la vegetación y el análisis del paisaje con base en los núcleos de observadores, se define que las obras del proyecto se integrarán al paisaje urbanizado que presenta el área, y que ha ido desarrollándose paulatinamente en apego a los usos de suelo y parámetros urbanos específicos.

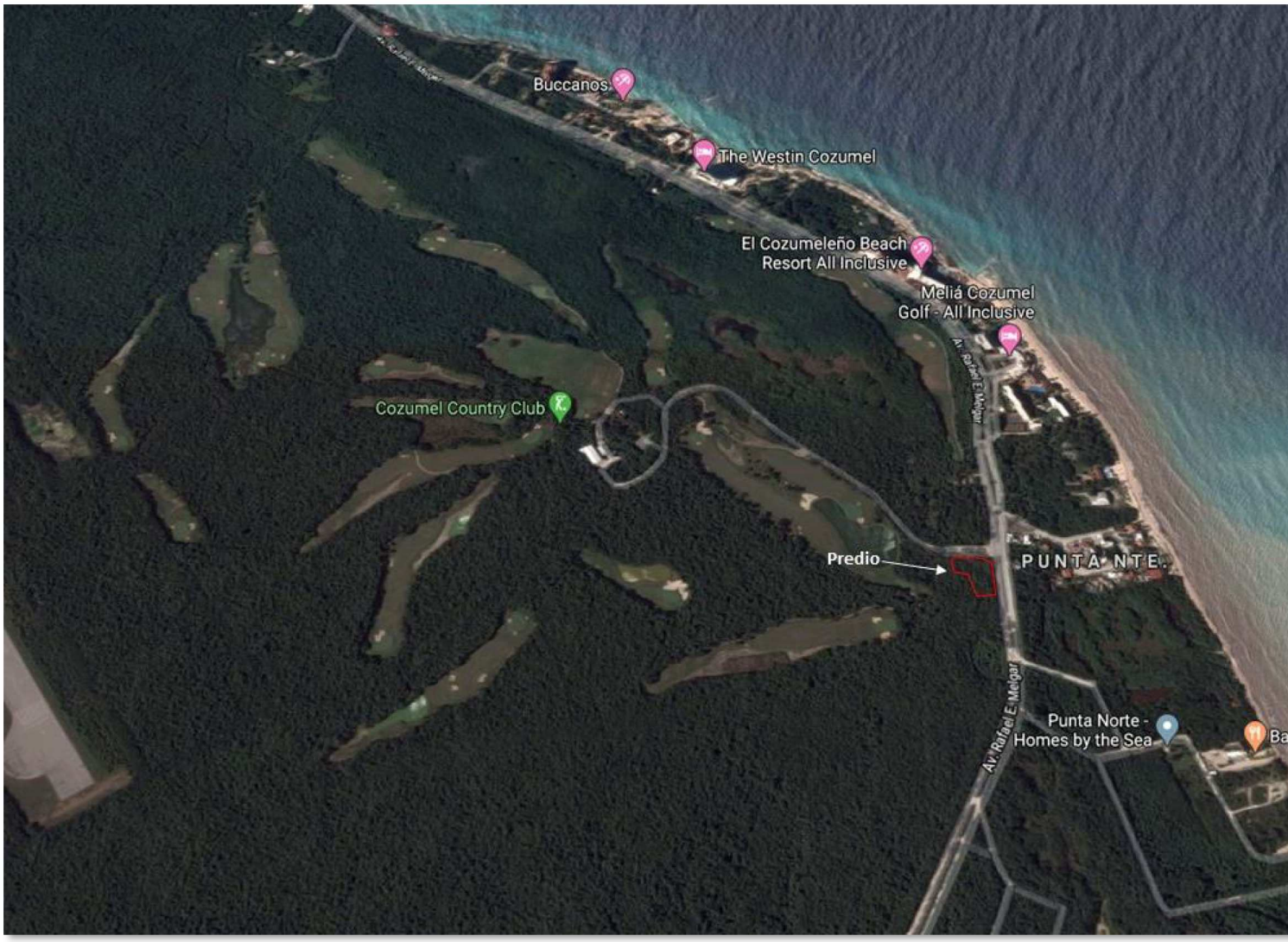


Figura 80. Vista panorámica del predio con relación a los elementos naturales y antrópicos presente

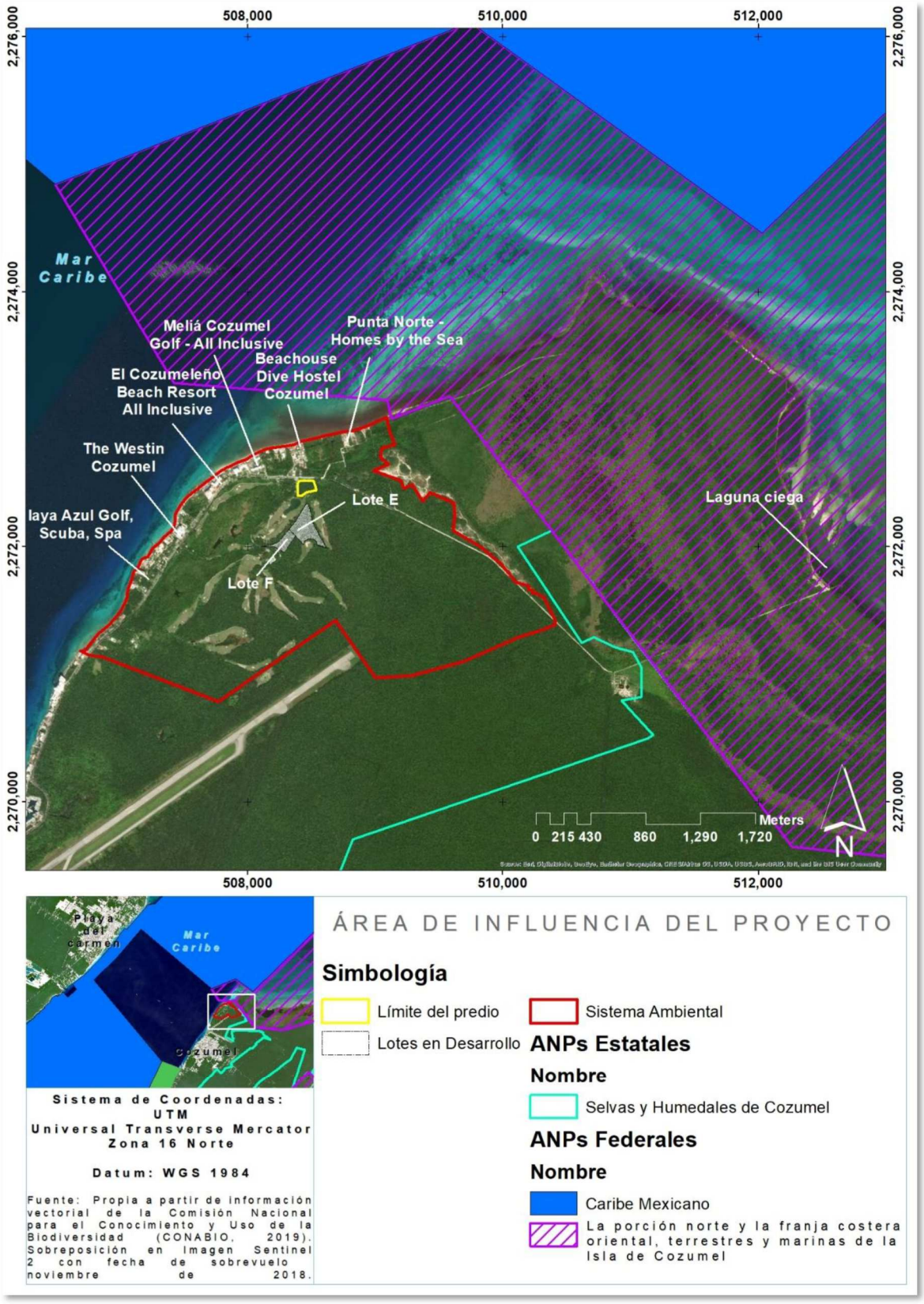


Figura 81. Área de influencia del proyecto.

7.2 ZONIFICACIÓN DEL ÁREA UTILIZABLE E IDENTIFICACIÓN DE ZONAS FRÁGILES.

De acuerdo con la caracterización ambiental realizada para el SA, se determinó que las unidades ambientales presentan diferentes grados de conservación, cuyos valores se describe a continuación:

Cuadro 53. Estado de conservación de las unidades ambientales del SA.

Alto	Medio	Bajo
Cuando las condiciones no han sido modificadas, o han sido modificadas de forma poco significativa.	Cuando se ha modificado el estado original, pero existe un grado aceptable de conservación.	La afectación del factor es relevante y su naturaleza ha sido modificada significativamente.

A partir de lo anterior, se construyó un mapa en el que se puede observar las condiciones de las unidades ambientales del SA respecto del estado de conservación. Lo anterior se muestra que el SA presenta un 8.37% de su superficie con un grado de conservación medio, mismo que comprende la vegetación secundaria, matorral costero, playa arenosa y cuerpos de agua. 15.54% del SA presenta un grado de conservación bajo, determinado por la presencia del uso urbano construido, vialidad, brechas y caminos, áreas desprovistas de vegetación, y áreas se vegetación aparente. Y un 76.09% presenta un grado de conservación alto por la se presencia de selva mediana subperennifolia, vegetación manglar y cuerpos de agua.

Con base en los resultados obtenidos de la caracterización ambiental del predio particular del proyecto, se puede definir que presenta un grado de conservación alto.

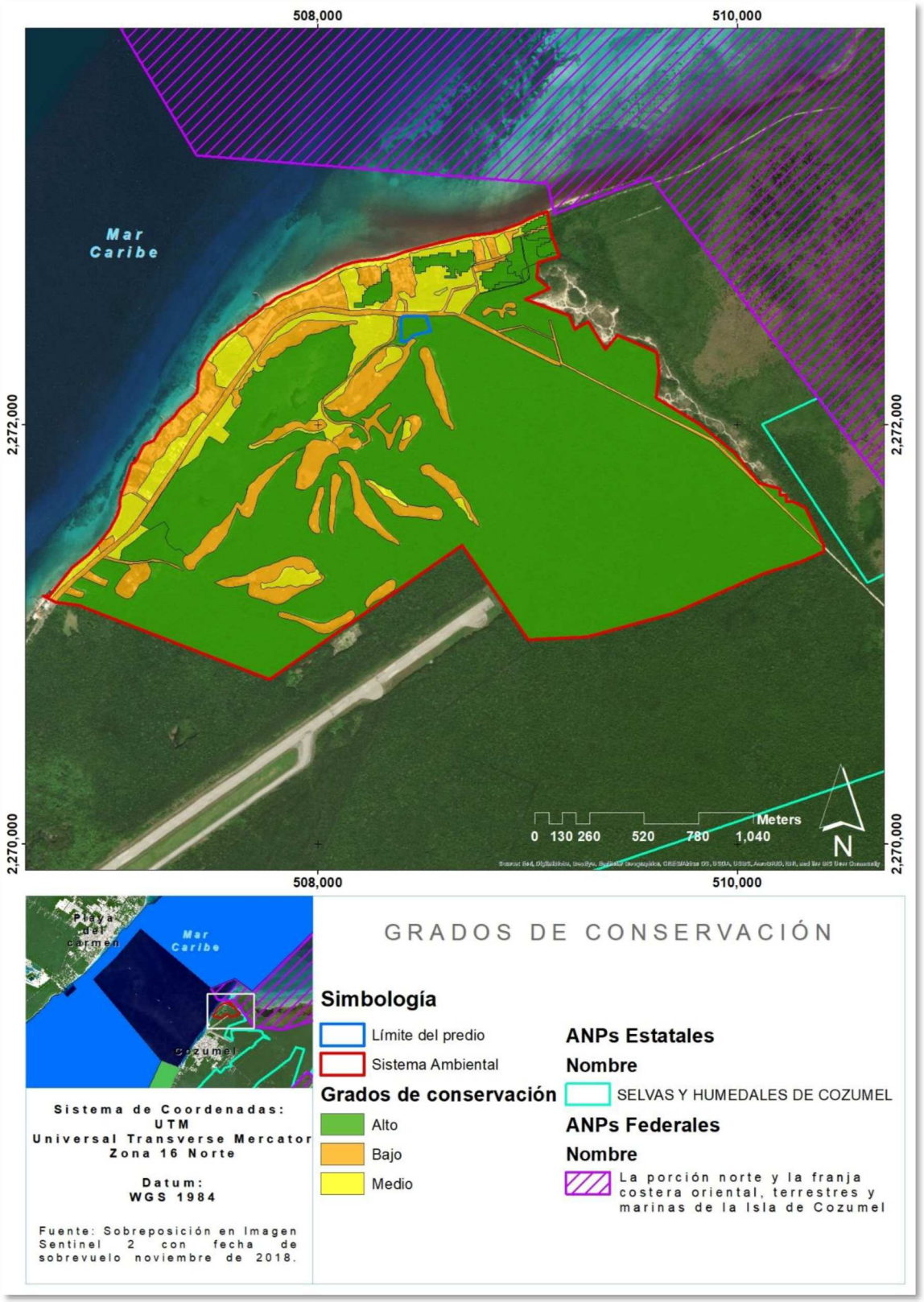


Figura 82. Grado de conservación del Sistema ambiental.

8 DIAGNOSTICO AMBIENTAL.

Con lo planteado anteriormente se puede concluir que el área de influencia o Sistema ambiental del proyecto presenta un estado de conservación alto, ya que más del 50% de su superficie está cubierto con vegetación en estado natural (selva mediana subperennifolia y vegetación manglar).

La Av. Rafael E. Melgar representa una infraestructura que fragmentó el SA tiempo atrás, siendo también una barrera física para ciertos grupos de fauna silvestre ya que en su trazo no se contemplaron pasos para cruce de fauna. Sin embargo, dicha vialidad aún es de terracería al norte del predio del proyecto, ya que apenas en el año 2019 se estaba conformando con materiales permanentes, quedando concluida hasta el límite este del predio de este proyecto. De ahí que aún no tiene flujo de tráfico continuo ni considerable, lo que permite que los vertebrados grandes se muevan entre los fragmentos de vegetación que hay en el sistema, y que se continúan con las áreas protegidas del norte, este y oeste.

En el borde de la carretera, así como en las áreas ajardinadas de los desarrollos turísticos o habitacionales en el sistema ambiental, han crecido, especies exóticas invasoras como *C. equisetifolia* y *T. catappa* las cuales son las más difundidas en estos ambientes, y otras especies exóticas como *Delonix regia* (flamboyán) y *Cassia fistula* (lluvia de oro), especies muy utilizadas en labores de jardinería antes de que la legislación ambiental restringiera su uso.

El gran tamaño de las especies exóticas invasoras dificulta la posibilidad de que se establezcan otras especies, especialmente las nativas debido a la sombra que generan, así como a sustancias inhibidoras del crecimiento que puedan ocasionar alelopatía.

El predio se ubica en el límite norte del plan maestro Cozumel Country Club, y en la parte interna, este plan maestro ya cuenta con un campo de golf, mismo que, aunque representa un proyecto antrópico, ha incorporado cuerpos de agua y vegetación que ha permitido continúe siendo hábitat para la fauna, al ofrecer estos recursos a dichos organismos. De ahí que el grado de conservación es medio en dicha área. También hay que mencionar que algunos lotes del plan maestro ya se encuentran en desarrollo. Asimismo, la cercanía del polígono del predio con las ANP federales y estatales, y su colindancia con el campo de golf en su porción sur, también permitirá que la flora y fauna de sus áreas de conservación, tengan zonas por donde moverse y mantener su dinámica natural.

Un indicativo es la abundancia de especies de aves migratorias y la presencia de mamíferos los cuales solo se observan en zonas bien conservadas o de baja perturbación. Así mismo, se tuvo una alta actividad de quirópteros y a pesar de que la diversidad específica fue baja, la abundancia de individuos fue alta. La presencia de especies que requieren zonas conservadas y arboladas, como la Martucha (*P. flavus*) y el Tigrillo (*L. wiedii*), es un buen indicador del estado de conservación que tiene el área de estudio, y ello puede considerarse relevante y tenerse en cuenta en

relación con la implementación de algún proyecto, ya que estas especies serán vulnerables a los cambios antropogénicos.

9 MEDIO SOCIOECONÓMICO.

9.1 JUSTIFICACIÓN.

Las características socioeconómicas que se detallan a continuación están en función del Municipio de Cozumel, Quintana Roo, debido a que el predio correspondiente al proyecto "Condominio K'iino" se encuentra inmerso dentro de este municipio.

9.2 POBLACIÓN.

De acuerdo con la Encuesta Intercensal 2015 el estado de Quintana Roo poseía una población total de 1,501,562 habitantes de los cuales 751,538 son hombres y 750,024 mujeres. El municipio de Cozumel para el mismo año registró una población de 86,415 habitantes, distribuidos entre 42,577 hombres y 43,838 mujeres.

Por composición de edades según el sexo, las mujeres tienen una población más alta entre las edades de 10 a 14 compuesta por 4,232 personas, y en el caso de los hombres se tiene una mayor población entre las edades de 05-09 con 4,021 personas.

9.3 POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA (PEA).

La mayor parte de la población del municipio de Cozumel es considerada económicamente activa con una representación del 59.65%, en los que un 97.40% se encuentra laborando, Los hombres activos representan el 75.74%. En cuanto a la población no activa las mujeres representan el 55.78% de la población en esta condición.

Cuadro 54. Estimadores de la población de 15 años y más, y distribución porcentual según la condición de la actividad económica

Población de 12 años y más	Población económicamente activa				Población económicamente activa	No especificado
	Total	Ocupada	Desocupada			
Total	59.65	97.40	2.60		40.14	0.21
Hombres	75.75	97.08	2.92		24.05	0.20
Mujeres	44	97.95	2.05		55.78	0.22

De acuerdo a la posición en el trabajo de la población ocupada laboralmente, el 82.50% son considerados trabajadores asalariados, con representación similar en cuanto a sexos (Cuadro 55.). La mayor parte de la población se dedica al comercio y a la prestación de servicios diversos, seguido por los funcionarios, profesionistas

y administrativos (Cuadro 55.), por sexos la representación es similar a la de la población total.

Cuadro 55. Posición en el trabajo de la población ocupada.

Población ocupada	Trabajadores asalariados	Trabajadores no asalariados	No especificado
Total	82.50	16.74	0.76
Hombres	82.37	17.05	0.58
Mujeres	82.71	16.23	1.06

9.4 VIVIENDA.

En el municipio de Cozumel existen 24, 147 viviendas habitadas, en las que el 86.08% son casas, seguidas de vivienda en vecindad con el 9.95%, el material de los pisos que predominan es el mosaico-madera con el 69.28% seguido del material cemento o firme con 29.59%; la resistencia de los materiales de los techos en su mayoría es de losa de concreto 95.98%, el lugar donde preferentemente se preparan los alimentos es en la cocina 84.36%, seguido de sitios fuera del predio con 15.08% en estos sitios el combustible que se utiliza para cocinar es el gas 87.96%.

Cuadro 56. Tipos de vivienda

Viviendas particulares habitadas		24,147
Clase de vivienda particular	Casa	86.08
	Departamento en edificio	2.71
	Vivienda en vecindad o cuartería	9.95
	Otro tipo de vivienda	0.03
	No especificado	1.23
Material en pisos	Tierra	0.80
	Cemento o firme	29.59
	Mosaico, madera u otro recubrimiento	69.28
	No especificado	0.34
Resistencia de los materiales en techos	Material de desecho o lámina de cartón	2.50
	Lámina metálica, lámina de asbesto, lámina de fibrocemento, palma o paja, madera o tejamanil	1.09
	Teja o terrado con viguería	0.07
	Losa de concreto o viguetas con bovedilla	95.98
	Material no especificado	0.36
Resistencia de los materiales en paredes	Material de desecho o lámina de cartón	1.00
	Embarro o bajareque, lámina de asbesto o metálica, carrizo, bambú o palma	0.12
	Madera o adobe	1.28
	Tabique, ladrillo, block, piedra, cantera, cemento o concreto	97.09
	Material no especificado	0.51
Lugar donde preparan los alimentos	En la cocina	84.36
	En otra parte de la vivienda o del predio	15.08

	No especificado	0.57
Combustible para cocinar	Leña o carbón	3.60
	Gas	87.96
	Electricidad	2.02
	Otro combustible	0.05
	Los ocupantes no cocinan	5.18
	No especificado	1.16

9.5 SALUD Y SEGURIDAD SOCIAL.

De acuerdo con la Encuesta Intercensal 2015, la mayor parte de la población de Cozumel se encuentra afiliada a alguna institución prestadora de servicios de salud, mientras que el 15.55% no tiene acceso a los servicios de salud antes mencionados, De la población afiliada a servicios de salud el 51.27% asiste al IMSS y el 11.3 % ISSSTE.

Cuadro 57. Estimadores de la población total y su distribución porcentual según condición de afiliación a servicios.

Población total	Población Afiliada							No afiliada	No especificado
	Total	IMSS	ISSSTE e ISSSTE estatal	Pemex, Defensa o Marina	Seguro Popular o para una Nueva Generación	Institución privada	Otra institución		
Total	84.15	51.27	11.03	2.06	31.71	4.23	1.06	15.55	0.30
Hombres	82.14	53.21	10.69	2.18	29.72	4.22	1.24	17.53	0.33
Mujeres	86.11	49.47	11.35	1.95	33.56	4.25	0.89	13.63	0.27

De los usuarios, el 41.04% hace uso del servicio de salud en el IMSS. 13.55 % de servicios privados y el 8.39% se atiende en consultorios de farmacia.

Cuadro 58. Estimadores de la población total y su distribución porcentual según la condición de uso de servicios de salud.

Población total	Población Afiliada								No afiliada	No especificado
	Total	IMSS	ISSSTE e ISSSTE estatal	Pemex, Defensa o Marina	SSA	Servicio Privado	Consultorio de farmacia	Otro lugar		
86,415	97.95		41.04	9.16	1.61	25.68	13.55	8.39	0.57	0.21

9.6 ASPECTOS URBANOS.

Existen un total de 84.020 ocupantes de viviendas particulares habitadas en Cozumel, en las que el 97.23% de estas dispone de agua entubada, el 95.43% se encuentra dentro de la vivienda. Existe un porcentaje del 2.61% que hacen uso de agua por medio del acarreo. El abastecimiento del agua entubada en su mayoría está a cargo del servicio público y el 4.6% de la población hace uso de pozos particulares. En cuanto a la energía eléctrica el 99.64% de la población dispone de

este servicio, el drenaje de las viviendas se encuentra conectado a la red pública en un 96.47%, de estos el 99.41% disponen de sanitarios en la vivienda, distribuidos en baños con taza y con letrina, siendo el primero el que predomina en las viviendas con 99.96%, la recolección de basura en el municipio está a cargo del servicio público abarcando el 82.46%, sin embargo el 0.65% quema la basura al aíre libre.

10 ACTIVIDADES PRODUCTIVAS.

10.1 TURISMO.

A nivel nacional en el 2015 el turismo se ubicó dentro del ranking mundial como el noveno con mayor volumen de llegada de visitantes internacionales, con poco más de 32 millones, tanto así que al cierre del año 2015 el Sistema Integral de Información de Mercados Turísticos (SIIMT) lo ubicó para la creación de empleos se calcula que aporta alrededor del 9% del total de la planta de empleo, o bien unos 600 mil empleos directos y alrededor de un millón de indirectos. La participación económica del sector turismo se ha mantenido entre 3.3 y 5% del producto interno bruto en los últimos años.

En el 2018, Cozumel cuenta actualmente con 3,748 habitaciones, misma cantidad que en el mismo período del año pasado.

La ocupación hotelera en el primer trimestre del año según datos preliminares de la Secretaría de Turismo de Quintana Roo fue del 79.2%, apenas inferior a la del mismo lapso de 2016. 51.6% de los turistas que se alojaron en los hoteles de la isla procedieron de Estados Unidos y 32.8% fueron nacionales, principalmente de la Ciudad de México. El segmento de edad predominante fue el de mayores de 60 años y destaca que los amigos y visitas anteriores son las principales razones para haber escogido Cozumel. Los turistas que se hospedaron en los hoteles de la isla tuvieron una estancia promedio de 7.7 días y viajaron en grupos de 3.3 personas (SEDETUR, 2018).

El año pasado (2019) El Presidente Municipal de Cozumel, Pedro Joaquín sostuvo que en mayo los esfuerzos realizados por la actual administración se reflejaron en la llegada de 565 mil 48 paseantes por vía aérea, crucero, ruta federal Playa del Carmen-Cozumel y transbordador, en comparación con los 522 mil 892 personas del mismo periodo de 2018, es decir, 42 mil 156 viajeros más, según cifras proporcionadas por el Grupo Aeroportuario del Sureste (Asur), la Administración Portuaria Integral de Quintana Roo (Apiqroo), Dirección de Turismo Municipal.

De la llegada de viajeros, por vía aérea fueron 40 mil 771 viajeros nacionales e internacionales; en cruceros, 309 mil 959; en la ruta federal Playa del Carmen-

Cozumel, 195 mil 118 y, por transbordador, 19 mil 200, para un total de 565 mil 48 turistas (Turismo y Desarrollo Económico, 2019)[10].

[10]Turismo y Desarrollo Económico, 2019. **Crece 8% el turismo en Cozumel durante mayo 2019** <https://www.nitu.mx/index.php/2019/06/30/crece-8-el-turismo-en-cozumel-durante-mayo-pedro-joaquin/>

11 APÉNDICE 1: LISTADO POTENCIAL DE FAUNA

LISTADO POTENCIAL DE ANFIBIO

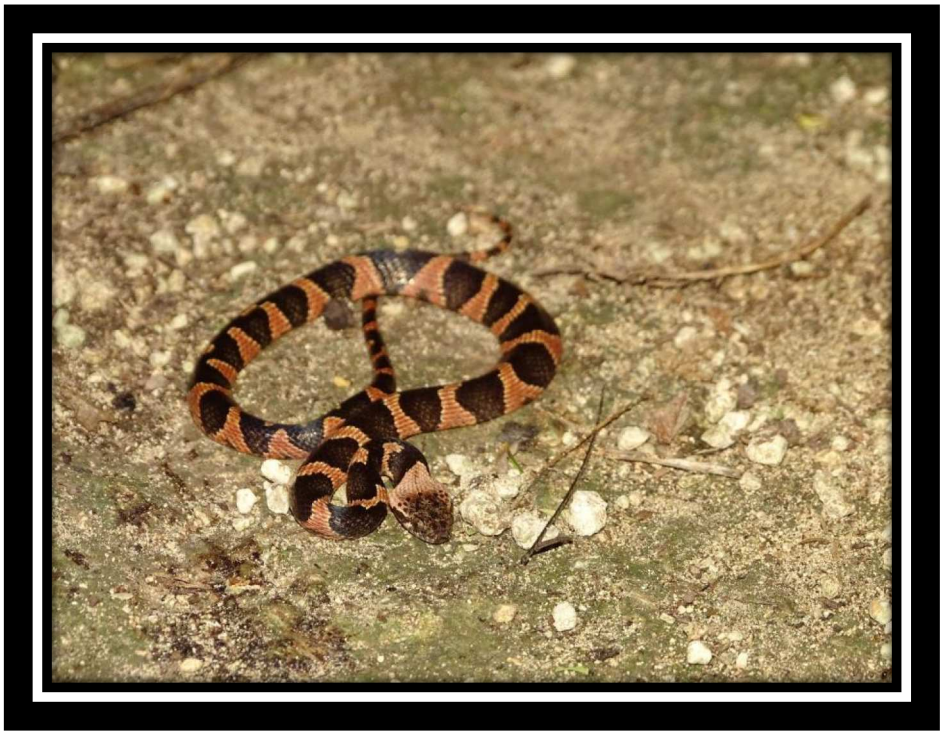
Fotografía tomada en el proyecto Lote A, Cozumel (*Scinax staufferi*)

El presente listado describe un total de **16** especies de anfibios con distribución potencial para el des
"Lote A", Cozumel.

A N F I B I O S

No.	Orden	Familia	Especie	Nombre común
1	Caudata	Plethodontidae	*Bolitoglossa yucatana*	Salamandra yucateca
2	Anura	Rhinophrynidae	*Rhinella horribilis*	Sapo gigante
3	Anura	Leptodactylidae	*Leptodactylus labialis*	Ranita labios blancos
4	Anura	Leptodactylidae	*Leptodactylus melanonotus*	Ranita hojarasca
5	Anura	Bufonidae	*Bufo marinus*	Sapo marino
6	Anura	Bufonidae	*Incilius valliceps*	Sapo común
7	Anura	Hylidae	*Agalychnis callidryas*	Rana verde
8	Anura	Hylidae	*Hyla loquax*	Rana habladora
9	Anura	Hylidae	*Hyla microcephala*	Rana naranja
10	Anura	Hylidae	*Hyla picta*	Ranita dos rayas
11	Anura	Hylidae	*Trachycephalus typhonius*	Rana arborícola lechosa
12	Anura	Hylidae	*Scinax staufferi*	Rana arborícola trompuda
13	Anura	Hylidae	*Smilisca baudinii*	Rana arborícola mexicana
14	Anura	Hylidae	*Triprion petasatus*	Rana pico de pato
15	Anura	Hylidae	*Hypopachus variolosus*	Rana manglera
16	Anura	Ranidae	*Lithobates brownorum*	Rana leopardo

LISTADO POTENCIAL DE REPTILE



Fotografía tomada en el predio Lote A Cozumel *(Leptodeira frenata)*

El presente listado describe un total de **50** especies de reptiles cuya distribución es potencial en el áre
A, Cozumel".

R E P T I L E S

No.	Orden	Familia	Especie	Nombre común
1	Crocodylia	Crocodylidae	*Crocodylus acutus*	Cocodrilo de río
2	Crocodylia	Crocodylidae	*Crocodylus moreletii*	Cocodrilo de pantano
3	Testudines	Kinosternidae	*Kinosternon creaseri*	Pochitoque
4	Testudines	Kinosternidae	*Kinosternon leucostomum*	Pochitoque cabeza blanca
5	Testudines	Kinosternidae	*Kinosternon scorpioides*	Pochitoque tres quillas
6	Testudines	Bataguridae	*Rhinoclemmys areolata*	Tortuga mojina
7	Testudines	Emydidae	*Trachemys scripta*	Jicotea
8	Squamata	Eublepharidae	*Coleonyx elegans*	Gecko leopardo
9	Squamata	Gekkonidae	*Sphaerodactylus glaucus*	Gequillo collarejo
10	Squamata	Gekkonidae	*Hemydactylus frenatus*	Gecko doméstico
11	Squamata	Sphaerodactylae	*Aristelliger georgeensis*	*Gecko de la Isla San Jorge*
12	Squamata	Corytophanidae	*Basiliscus vittatus*	Basilisco
13	Squamata	Corytophanidae	*Laemanctus serratus*	Basilisco coronado
14	Squamata	Iguanidae	*Ctenosaura similis*	Iguana rayada
15	Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus chrysostictus*	Lagartija escamosa rayada
16	Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus lundelli*	Lagartija escamosa de Lundel
17	Squamata	Polychrotidae	*Anolis rodriguezii*	Lagartija de abanico amarillo
18	Squamata	Polychrotidae	*Anolis sagrei*	Lagartija café
19	Squamata	Polychrotidae	*Anolis sericeus*	Lagartija de abanico azul
20	Squamata	Polychrotidae	*Anolis lemurinus*	Lagartija
21	Squamata	Scincidae	*Mabuya unimarginata*	Bequech rayado
22	Squamata	Teiidae	*Ameiva undulata*	Lagartija arcoiris
23	Squamata	Teiidae	*Aspidocelis angusticeps*	Lagartija rayada

No.	Orden	Familia	Especie	Nombre común
24	Squamata	Typhlopidae	*Leptotyphlops goudotii*	Culebra ciega
25	Squamata	Boidae	*Boa imperator*	Boa
26	Squamata	Colubridae	*Coniophanes imperialis*	Culebra café rayada
27	Squamata	Colubridae	*Coniophanes schmidti*	Culebra rayada
28	Squamata	Colubridae	*Conophis lineatus*	Culebra olivacea
29	Squamata	Colubridae	*Dipsas brevifacies*	Culebra caracolera chata
30	Squamata	Colubridae	*Dryadophis melanolomus*	Lagartijera olivácea
31	Squamata	Colubridae	*Drymarchon corais*	Culebra comeculebras
32	Squamata	Colubridae	*Drymobius margaritiferus*	Petatilla
33	Squamata	Colubridae	*Elaphe flavirufa*	Ratonera
34	Squamata	Colubridae	*Ficimia publia*	Culebra hocicona
35	Squamata	Colubridae	*Lampropeltis triangulum*	Falsa coralillo
36	Squamata	Colubridae	*Leptodeira frenata*	Chacocob
37	Squamata	Colubridae	*Leptophis mexicanus*	Culebra perico mexicana
38	Squamata	Colubridae	*Masticophis mentovarius*	Chirrionera
39	Squamata	Colubridae	*Mastigodryas melanolomus*	Culebra lagartijera común
40	Squamata	Colubridae	*Ninia sebae*	Culebra del café
41	Squamata	Colubridae	*Oxybelis aeneus*	Bejuquilla parda
42	Squamata	Colubridae	*Oxybelis fulgidus*	Bejuquilla verde
43	Squamata	Colubridae	*Sibon sartorii*	Culebrita roja
44	Squamata	Colubridae	*Spilotes pullatus*	Culebra voladora
45	Squamata	Colubridae	*Stenorrhina freminvillei*	Alacranera
46	Squamata	Colubridae	*Symphimus mayae*	Culebra labios blancos maya
47	Squamata	Colubridae	*Thamnophis proximus*	Culebra listonada occidental
48	Squamata	Elapidae	*Micrurus diastema*	Coralillo
49	Squamata	Viperidae	*Bothrops asper*	Nauyaca
50	Squamata	Viperidae	*Crotalus durissus*	Cascabel

LISTADO POTENCIAL DE AVIFAUN

Fotografía tomada en el predio Lote A, Cozumel (*Vireo bairdii).*

El presente listado describe un total de **225** especies de aves cuya distribución es potencial en el área Cozumel (Quintana Roo, México). Se incluye la Nomenclatura en la sección final del presente

A V I F A U N A

#	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre Común	Hábitos	Esta
1	Anseriformes	Anatidae	*Dendrocygna autumnalis*	Pijije alablanca	Acuática	Re
2	Anseriformes	Anatidae	*Anas discors*	Cerceta alazul	Acuática	Inv
3	Anseriformes	Anatidae	*Anas clypeata*	Pato cucharón norteño	Acuática	Inv
4	Anseriformes	Anatidae	*Anas crecca*	Cerceta ala verde	Acuática	Inv
5	Anseriformes	Anatidae	*Aythya collaris*	Pato pico anillado	Acuática	Inv
6	Anseriformes	Anatidae	*Aythya affinis*	Pato boludo menor	Acuática	Inv
7	Anseriformes	Anatidae	*Mergus serrator*	Mergo copetón	Acuática	Inv
8	Suliformes	Phalacrocoracidae	*Phalacrocorax brasilianus*	Cormorán oliváceo	Acuática	Re
9	Suliformes	Phalacrocoracidae	*Phalacrocorax auritus*	Cormorán orejón	Acuática	Re
10	Suliformes	Anhingidae	*Anhinga anhinga*	Anhinga americana	Acuática	Re
11	Suliformes	Fregatidae	*Fregata magnificens*	Fragata magnífica	Acuática	Re
12	Podicipediformes	Podicipedidae	*Tachybaptus dominicus*	Zambullidor menor	Acuática	Re
13	Podicipediformes	Podicipedidae	*Podilymbus podiceps*	Zambullidor picogrueso	Acuática	Inv
14	Pelecaniformes	Pelecanidae	*Pelecanus occidentalis*	Pelícano pardo	Acuática	Re
15	Charadriiformes	Laridae	*Leucophaeus atricilla*	Gaviota reidora	Acuática	Inv
16	Charadriiformes	Laridae	*Sterna hirundo*	Charrán común	Acuática	Inv
17	Charadriiformes	Laridae	*Rynchops niger*	Rayador americano	Acuática	Re
18	Charadriiformes	Laridae	*Thalasseus maximus*	Charrán real	Acuática	Inv
19	Charadriiformes	Laridae	*Thalasseus sandvicensis*	Charrán de Sandwich	Acuática	Inv
20	Charadriiformes	Charadriidae	*Pluvialis squatarola*	Chorlo gris	Acuática	Inv
21	Charadriiformes	Charadriidae	*Charadrius wilsonia*	Chorlo pico grueso	Acuática	Inv
22	Charadriiformes	Charadriidae	*Charadrius semipalmatus*	Chorlo semipalmeado	Acuática	Inv

#	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre Común	Hábitos	Esta
23	Charadriiformes	Charadriidae	*Charadrius vociferus*	Chorlo tildío	Acuática	Inv
24	Charadriiformes	Recurvirostridae	*Himantopus mexicanus*	Candelero americano	Acuática	Re
25	Charadriiformes	Scolopacidae	*Actitis macularius*	Playero alzacolita	Acuática	Inv
26	Charadriiformes	Scolopacidae	*Tringa solitaria*	Playero solitario	Acuática	Inv
27	Charadriiformes	Scolopacidae	*Tringa melanoleuca*	Patamarilla mayor	Acuática	Inv
28	Charadriiformes	Scolopacidae	*Tringa flavipes*	Patamarilla menor	Acuática	Inv
29	Charadriiformes	Scolopacidae	*Tringa semipalmata*	Playero Pihuihuí	Acuática	Inv
30	Charadriiformes	Scolopacidae	*Arenaria interpres*	Vuelvepiedras rojizo	Acuática	Inv
31	Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris alba*	Playero blanco	Acuática	Inv
32	Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris minutilla*	Playero chichicuilote	Acuática	Inv
33	Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris mauri*	Playero occidental	Acuática	Inv
34	Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris pusilla*	Playero semipalmeado	Acuática	Inv
35	Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris melanotos*	Playero pectoral	Acuática	Tra
36	Charadriiformes	Scolopacidae	*Limnodromus griseus*	Costurero pico corto	Acuática	Inv
37	Charadriiformes	Scolopacidae	*Limnodromus scolopaceus*	Costurero pico largo	Acuática	Inv
38	Charadriiformes	Scolopacidae	*Gallinago delicata*	Gallinago de Wilson	Acuática	Inv
39	Charadriiformes	Jacanidae	*Jacana spinosa*	Jacana norteña	Acuática	Re
40	Pelecaniformes	Ardeidae	*Botaurus lentiginosus*	Avetoro norteño	Acuática	Inv
41	Pelecaniformes	Ardeidae	*Botaurus pinnatus*	Avetoro neotropical	Acuática	Re
42	Pelecaniformes	Ardeidae	*Ixobrychus exilis*	Avetorito americano	Acuática	Inv
43	Pelecaniformes	Ardeidae	*Tigrisoma mexicanum*	Garza tigre mexicana	Acuática	Re
44	Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea herodias*	Garza morena	Acuática	Inv
45	Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea alba*	Garza blanca	Acuática	Re
46	Pelecaniformes	Ardeidae	*Egretta thula*	Garceta pie dorado	Acuática	Re
47	Pelecaniformes	Ardeidae	*Egretta caerulea*	Garceta Azul	Acuática	Re
48	Pelecaniformes	Ardeidae	*Egretta tricolor*	Garceta tricolor	Acuática	Re

#	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre Común	Hábitos	Esta
49	Pelecaniformes	Ardeidae	*Egretta rufescens*	Garceta rojiza	Acuática	Re
50	Pelecaniformes	Ardeidae	*Bubulcus ibis*	Garza ganadera	Acuática/Terrestre	Re
51	Pelecaniformes	Ardeidae	*Butorides virescens*	Garceta verde	Acuática	Re
52	Pelecaniformes	Ardeidae	*Nycticorax nycticorax*	Pedrete corona negra	Acuática	Inv
53	Pelecaniformes	Ardeidae	*Nyctanassa violácea*	Pedrete corona clara	Acuática	Re
54	Pelecaniformes	Ardeidae	*Cochlearius cochlearius*	Garza cucharón	Acuática	Re
55	Pelecaniformes	Threskiornithidae	*Eudocimus albus*	Ibis blanco	Acuática	Re
56	Pelecaniformes	Threskiornithidae	*Platalea ajaja*	Espátula rosada	Acuática	Inv
57	Pelecaniformes	Threskiornithidae	*Plegadis falcinellus*	Ibis lustroso	Acuática	Inv
58	Ciconiiformes	Ciconiidae	*Mycteria americana*	Cigüeña americana	Acuática	Inv
59	Gruiformes	Aramidae	*Aramus guarauna*	Carao	Acuática	Re
60	Gruiformes	Rallidae	*Laterallus ruber*	Polluela rojiza	Acuática	Re
61	Gruiformes	Rallidae	*Rallus longirostris*	Rascón picudo	Acuática	Inv
62	Gruiformes	Rallidae	*Aramides cajaneus*	Rascón cuello gris	Acuática	Re
63	Gruiformes	Rallidae	*Aramides axillaris*	Rascón Cuellirufo	Acuática	Re
64	Gruiformes	Rallidae	*Porzana carolina*	Polluela sora	Acuática	Inv
65	Gruiformes	Rallidae	*Gallinula galeata*	Gallineta frente roja	Acuática	Inv
66	Gruiformes	Rallidae	*Fulica americana*	Gallareta americana	Acuática	Inv
67	Galliformes	Cracidae	*Ortalis vetula*	Chachalaca común	Terrestre	Re
68	Accipitriformes	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote común	Rapaz	Re
69	Accipitriformes	Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote aura	Rapaz	Re
70	Accipitriformes	Cathartidae	*Cathartes burrovianus*	Zopilote sabanero	Rapaz	Re
71	Accipitriformes	Accipitridae	*Elanoides forficatus*	Milano tijereta	Rapaz	Tra
72	Accipitriformes	Accipitridae	*Rostrhamus sociabilis*	Gavilán caracolero	Rapaz	Re
73	Accipitriformes	Accipitridae	*Buteogallus anthracinus*	Aguililla negra menor	Rapaz	Re

#	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre Común	Hábitos	Esta
74	Accipitriformes	Accipitridae	*Rupornis magnirostris*	Aguililla caminera	Rapaz	Re
75	Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo plagiatus*	Aguililla gris	Rapaz	Re
76	Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo brachyurus*	Aguililla cola corta	Rapaz	Re
77	Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo albonotatus*	Aguililla aura	Rapaz	Inv
78	Accipitriformes	Pandionidae	*Pandion haliaetus*	Gavilán pescador	Rapaz	Re
79	Falconiformes	Falconidae	*Herpetotheres cachinnans*	Halcón guaco	Rapaz	Re
80	Falconiformes	Falconidae	*Falco sparverius*	Cernícalo americano	Rapaz	Inv
81	Falconiformes	Falconidae	*Falco peregrinus*	Halcón peregrino	Rapaz	Inv
82	Strigiformes	Tytonidae	*Tyto alba*	Lechuza de campanario	Rapaz	Re
83	Strigiformes	Strigidae	*Bubo virginianus*	Búho cornudo	Rapaz	Re
84	Strigiformes	Strigidae	*Glaucidium brasilianum*	Tecolote bajeño	Rapaz	Re
85	Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Chordeiles acutipennis*	Chotacabras menor	Terrestre	Re
86	Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Chordeiles minor*	Chotacabras zumbón	Terrestre	Tra
87	Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Nyctidromus albicollis*	Chotacabras pauraque	Terrestre	Re
88	Columbiformes	Columbidae	*Columba livia*	Paloma doméstica	Terrestre	Re
89	Columbiformes	Columbidae	*Patagioenas flavirostris*	Paloma morada	Terrestre	Re
90	Columbiformes	Columbidae	*Streptoptelia decaocto*	Paloma de collar turca	Terrestre	Re
91	Columbiformes	Columbidae	*Zenaida asiática*	Paloma ala blanca	Terrestre	Re
92	Columbiformes	Columbidae	*Zenaida aurita*	Huilota caribeña	Terrestre	Re
93	Columbiformes	Columbidae	*Columbina passerina*	Tórtola coquita	Terrestre	Re
94	Columbiformes	Columbidae	*Columbina talpacoti*	Tórtola rojiza	Terrestre	Re
95	Columbiformes	Columbidae	*Leptotila jamaicensis*	Paloma caribeña	Terrestre	Re
96	Cuculiformes	Cuculidae	*Piaya cayana*	Cuclillo canela	Terrestre	Re
97	Cuculiformes	Cuculidae	*Coccyzus minor*	Cuclillo manglero	Terrestre	Re
98	Cuculiformes	Cuculidae	*Crotophaga ani*	Garrapatero pico liso	Terrestre	Re
99	Cuculiformes	Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero pijuy	Terrestre	Re

#	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre Común	Hábitos	Esta
100	Psittaciformes	Psittacidae	*Aratinga nana*	Perico pecho sucio	Terrestre	Re
101	Psittaciformes	Psittacidae	*Amazona albifrons*	Loro frente blanca	Terrestre	Re
102	Psittaciformes	Psittacidae	*Amazona xantholora*	Loro yucateco	Terrestre	Re
103	Trogoniformes	Trogonidae	*Trogon melanocephalus*	Trogón cabeza negra	Terrestre	Re
104	Trogoniformes	Trogonidae	*Trogon caligatus*	Trogón violáceo	Terrestre	Re
105	Coraciiformes	Alcedinidae	*Megaceryle alcyon*	Martín pescador norteño	Acuática	Inv
106	Coraciiformes	Alcedinidae	*Chloroceryle americana*	Martín pescador verde	Acuática	Re
107	Coraciiformes	Alcedinidae	*Chloroceryle aenea*	Martín pescador enano	Acuática	Re
108	Coraciiformes	Momotidae	*Eumomota superciliosa*	Momoto ceja azul	Terrestre	Re
109	Piciformes	Picidae	*Melanerpes pygmaeus*	Carpintero yucateco	Terrestre	Re
110	Piciformes	Picidae	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero cheje	Terrestre	Re
111	Piciformes	Picidae	*Sphyrapicus varius*	Chupasavia maculado	Terrestre	Inv
112	Passeriformes	Corvidae	*Cyanocorax yncas*	Chara verde	Terrestre	Re
113	Passeriformes	Corvidae	*Psilorhinus morio*	Chara café	Terrestre	Re
114	Passeriformes	Corvidae	*Cyanocorax yucatanicus*	Chara yucateca	Terrestre	Re
115	Apodiformes	Trochilidae	*Anthracothorax prevostii*	Colibrí garganta negra	Terrestre	Inv
116	Apodiformes	Trochilidae	*Archilochus colubris*	Colibrí garganta rubí	Terrestre	Inv
117	Apodiformes	Trochilidae	*Chlorostilbon canivetii*	Esmeralda de Canivet	Terrestre	Re
118	Apodiformes	Trochilidae	*Chlorostilbon forficatus*	Esmeralda de Cozumel	Terrestre	Re
119	Apodiformes	Trochilidae	*Amazilia yucatanensis*	Colibrí yucateco	Terrestre	Re
120	Apodiformes	Trochilidae	*Amazilia rutila*	Colibrí canela	Terrestre	Re
121	Apodiformes	Apodidae	*Chaetura pelágica*	Vencejo de chimenea	Terrestre	Tra
122	Apodiformes	Apodidae	*Chaetura vauxi*	Vencejo de Vaux	Terrestre	Re
123	Passeriformes	Hirundinidae	*Progne chalybea*	Golondrina acerada	Terrestre	Reside
124	Passeriformes	Hirundinidae	*Progne subis*	Golondrina azul negra	Terrestre	Tra
125	Passeriformes	Hirundinidae	*Tachycineta bicolor*	Golondrina bicolor	Terrestre	Inv

#	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre Común	Hábitos	Esta
126	Passeriformes	Hirundinidae	*Tachycineta albilinea*	Golondrina manglera	Terrestre	Re
127	Passeriformes	Hirundinidae	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina aliserrada	Terrestre	Inv
128	Passeriformes	Hirundinidae	*Petrochelidon fulva*	Golondrina pueblera	Terrestre	Re
129	Passeriformes	Hirundinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta	Terrestre	Inv
130	Passeriformes	Furnariidae	*Xiphorhynchus flavigaster*	Trepatroncos bigotudo	Terrestre	Re
131	Passeriformes	Tityridae	*Pachyramphus aglaiae*	Mosquetón cabezón degollado	Terrestre	Re
132	Passeriformes	Thamnophilidae	*Thamnophilus doliatus*	Batará barrado	Terrestre	Re
133	Passeriformes	Tityridae	*Tityra semifasciata*	Titira enmascarada	Terrestre	Re
134	Passeriformes	Tyrannidae	*Camptostoma imberbe*	Mosquero lampiño	Terrestre	Re
135	Passeriformes	Tyrannidae	*Elaenia martinica*	Mosquero elaenia caribeño	Terrestre	Re
136	Passeriformes	Tyrannidae	*Oncostoma cinereigulare*	Mosquero pico curvo	Terrestre	Re
137	Passeriformes	Tyrannidae	*Contopus virens*	Pibí oriental	Terrestre	Tra
138	Passeriformes	Tyrannidae	*Contopus cinereus*	Pibí tropical	Terrestre	Tra
139	Passeriformes	Tyrannidae	*Empidonax minimus*	Mosquero mínimo	Terrestre	Inv
140	Passeriformes	Tyrannidae	*Myiarchus tuberculifer*	Papamoscas triste	Terrestre	Re
141	Passeriformes	Tyrannidae	*Myiarchus yucatanenses*	Papamoscas yucateco	Terrestre	Re
142	Passeriformes	Tyrannidae	*Myiarchus crinitus*	Papamoscas viajero	Terrestre	Inv
143	Passeriformes	Tyrannidae	*Myiarchus tyrannulus*	Papamoscas tirano	Terrestre	Re
144	Passeriformes	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Luis bienteveo	Terrestre	Re
145	Passeriformes	Tyrannidae	*Megarynchus pitangua*	Luis pico grueso	Terrestre	Re
146	Passeriformes	Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luis gregario	Terrestre	Re
147	Passeriformes	Tyrannidae	*Myiodynastes maculatus*	Papamoscas rayado común	Terrestre	Reside
148	Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano tropical	Terrestre	Re
149	Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus couchii*	Tirano silbador	Terrestre	Re
150	Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus tyrannus*	Tirano dorso negro	Terrestre	Tra

#	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre Común	Hábitos	Esta
151	Passeriformes	Mimidae	*Dumetella carolinensis*	Maullador gris	Terrestre	Inv
152	Passeriformes	Mimidae	*Melanoptila glabrirostris*	Maullador negro	Terrestre	Re
153	Passeriformes	Mimidae	*Mimus gilvus*	Centzontle tropical	Terrestre	Re
154	Passeriformes	Turdidae	*Hylocichla mustelina*	Zorzal maculado	Terrestre	Inv
155	Passeriformes	Turdidae	*Turdus grayi*	Mirlo pardo	Terrestre	Re
156	Passeriformes	Troglodytidae	*Troglodytes aedon*	Chivirín saltapared	Terrestre	Inv
157	Passeriformes	Troglodytidae	*Pheugopedius maculipectus*	Chivirín moteado	Terrestre	Re
158	Passeriformes	Troglodytidae	*Uropsila leucogastra*	Chivirín vientre blanco	Terrestre	Re
159	Passeriformes	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita azul gris	Terrestre	Inv
160	Passeriformes	Polioptilidae	*Polioptila plúmbea*	Perlita tropical	Terrestre	Re
161	Passeriformes	Vireonidae	*Vireo bairdii*	Vireo de Cozumel	Terrestre	Re
162	Passeriformes	Vireonidae	*Vireo griseus*	Vireo ojos blancos	Terrestre	Inv
163	Passeriformes	Vireonidae	*Vireo pallens*	Vireo manglero	Terrestre	Re
164	Passeriformes	Vireonidae	*Vireo flavifrons*	Vireo garganta amarilla	Terrestre	Inv
165	Passeriformes	Vireonidae	*Vireo philadelphicus*	Vireo de Filadelfia	Terrestre	Inv
166	Passeriformes	Vireonidae	*Vireo olivaceus*	Vireo ojo rojo	Terrestre	Tra
167	Passeriformes	Vireonidae	*Vireo magister*	Vireo yucateco	Terrestre	Re
168	Passeriformes	Vireonidae	*Cyclarhis gujanensis*	Vireo ceja rufa	Terrestre	Re
169	Passeriformes	Parulidae	*Seiurus aurocapilla*	Chipe suelero	Terrestre	Inv
170	Passeriformes	Parulidae	*Helmitheros vermivorum*	Chipe gusanero	Terrestre	Inv
171	Passeriformes	Parulidae	*Parkesia motacilla*	Chipe arroyero	Terrestre	Inv
172	Passeriformes	Parulidae	*Parkesia noveboracensis*	Chipe charquero	Terrestre	Inv
173	Passeriformes	Parulidae	*Vermivora cyanoptera*	Chipe alazul	Terrestre	Inv
174	Passeriformes	Parulidae	*Mniotilta varia*	Chipe trepador	Terrestre	Inv
175	Passeriformes	Parulidae	*Protonotaria citrea*	Chipe dorado	Terrestre	Tra
176	Passeriformes	Parulidae	*Limnothlypis swainsonii*	Chipe corona café	Terrestre	Inv

#	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre Común	Hábitos	Esta
177	Passeriformes	Parulidae	*Oreothlypis peregrina*	Chipe peregrino	Terrestre	Inv
178	Passeriformes	Parulidae	*Oreothlypis celata*	Chipe corona anaranjada	Terrestre	Inv
179	Passeriformes	Parulidae	*Geothlypis trichas*	Mascarita común	Terrestre	Inv
180	Passeriformes	Parulidae	*Geothlypis poliocephala*	Mascarita pico grueso	Terrestre	Re
181	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga citrina*	Chipe encapuchado	Terrestre	Inv
182	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga ruticilla*	Chipe flameanta	Terrestre	Inv
183	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga americana*	Parula norteña	Terrestre	Inv
184	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga magnolia*	Chipe de magnolia	Terrestre	Inv
185	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga castanea*	Chipe castaño	Terrestre	Tra
186	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga fusca*	Chipe garganta naranja	Terrestre	Tra
187	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga petechia*	Chipe amarillo	Terrestre	Inv
188	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga petechia rufivertex*	Chipe amarillo de Cozumel	Terrestre	Re
189	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga petechia eriathachorides*	Chipe manglero	Terrestre	Re
190	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga caerulescens*	Chipe azul negro	Terrestre	Tra
191	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga palmarum*	Chipe playero	Terrestre	Tra
192	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga coronata*	Chipe coronado	Terrestre	Inv
193	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga dominica*	Chipe garganta amarillo	Terrestre	Tra
194	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga virens*	Chipe dorso verde	Terrestre	Inv
195	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga discolor*	Chipe de pradera	Terrestre	Inv
196	Passeriformes	Parulidae	*Icteria virens*	Buscabreña	Terrestre	Inv
197	Passeriformes	Thrauphidae	*Coereba flaveola*	Reinita mielera	Terrestre	Re
198	Passeriformes	Emberizidae	*Sporophila torqueola*	Semillero de collar	Terrestre	Re
199	Passeriformes	Emberizidae	*Tiaris olivaceus*	Semillero oliváceo	Terrestre	Re
200	Passeriformes	Emberizidae	*Arremonops rufivirgatus*	Rascador oliváceo	Terrestre	Re
201	Passeriformes	Fringillidae	*Euphonia affinis*	Eufonia garganta negra	Terrestre	Re
202	Passeriformes	Fringillidae	*Euphonia hirundinacea*	Eufonia garganta amarilla	Terrestre	Inv

#	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre Común	Hábitos	Esta
203	Passeriformes	Cardinalidae	*Piranga rubra*	Tángara roja	Terrestre	Inv
204	Passeriformes	Cardinalidae	*Habia fuscicauda*	Piranga garganta roja	Terrestre	Re
205	Passeriformes	Cardinalidae	*Cardinalis cardinalis*	Cardenal norteño	Terrestre	Re
206	Passeriformes	Cardinalidae	*Pheucticus ludovicianus*	Picogordo pecho rosa	Terrestre	Inv
207	Passeriformes	Cardinalidae	*Passerina caerulea*	Picogordo azul	Terrestre	Re
208	Passeriformes	Cardinalidae	*Passerina cyanea*	Colorín azul	Terrestre	Inv
209	Passeriformes	Cardinalidae	*Passerina ciris*	Colorín sietecolores	Terrestre	Inv
210	Passeriformes	Cardinalidae	*Saltator coerulescens*	Picurero grisáceo	Terrestre	Re
211	Passeriformes	Cardinalidae	*Saltator atriceps*	Picurero cabeza negra	Terrestre	Re
212	Passeriformes	Thraupidae	*Thraupis Abbas*	Tángara aliamarilla	Terrestre	Re
213	Passeriformes	Thraupidae	*Cyanerpes cyaneus*	Mielero pata roja	Terrestre	Re
214	Passeriformes	Icteridae	*Icterus phrostemelas*	Calandria caperuza negra	Terrestre	Re
215	Passeriformes	Icteridae	*Icterus spurius*	Bolsero castaño	Terrestre	Inv
216	Passeriformes	Icteridae	*Icterus cucullatus*	Bolsero encapuchado	Terrestre	Re
217	Passeriformes	Icteridae	*Icterus gularis*	Bolsero de Altamira	Terrestre	Re
218	Passeriformes	Icteridae	*Icterus gálbula*	Bolsero de Baltimore	Terrestre	Inv
219	Passeriformes	Icteridae	*Icterus auratus*	Bolsero yucateco	Terrestre	Re
220	Passeriformes	Icteridae	*Icterus chrysater*	Bolsero dorso dorado	Terrestre	Re
221	Passeriformes	Icteridae	*Agelaius phoeniceus*	Tordo sargento	Terrestre	Re
222	Passeriformes	Icteridae	*Dives dives*	Tordo cantor	Terrestre	Re
223	Passeriformes	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mexicano	Terrestre	Re
224	Passeriformes	Icteridae	*Molothrus aeneus*	Tordo ojo rojo	Terrestre	Re
225	Passeriformes	Icteridae	*Amblycercus holosericeus*	Cacique pico claro	Terrestre	Re

LISTADO POTENCIAL DE MAMÍFER

Fotografía tomada en el predio Lote A, Cozumel (*Procyon pygmaeus*)

El presente listado describe un total de **39** especies de mamíferos cuya distribución es potencial en e
"Lote A", Cozumel.

M A M Í F E R O S

No.	Orden	Familia	Especie	Nombre común
1	Didelphimorfia	Marmosidae	*Marmosa mexicana*	Ratón Tlacuache
2	Didelphimorfia	Didelphidae	*Didelphis marsupialis*	Tlacuache
3	Didelphimorfia	Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache
4	Didelphimorfia	Didelphidae	*Philander opossum*	Tlacuache cuatro ojos
5	Xenarthra	Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*	Armadillo
6	Xenarthra	Myrmecophagidae	*Tamandua mexicana*	Oso hormiguero
7	Carnivora	Canidae	*Canis latrans*	Coyote
8	Carnivora	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris
9	Carnivora	Felidae	*Herpailurus yagouaroundi*	Leoncillo, Jaguarundi, Onz
10	Carnivora	Felidae	*Leopardus pardalis*	Ocelote
11	Carnivora	Felidae	*Leopardus wiedii*	Tigrillo
12	Carnivora	Felidae	*Puma concolor*	Puma
13	Carnivora	Felidae	*Panthera onca*	Jaguar, tigre
14	Carnivora	Mustelidae	*Eira barbara*	Viejo de monte
15	Carnivora	Mustelidae	*Galictis vittata*	Grisón
16	Carnivora	Mustelidae	*Mustela frenata*	Comadreja
17	Carnivora	Mephitidae	*Conepatus semistriatus*	Zorrillo cadena
18	Carnivora	Procyonidae	*Potos flavus*	Martucha
19	Carnivora	Mephitidae	*Spilogale gracilis*	Zorrillo manchado Payoch
20	Carnivora	Procyonidae	*Bassariscus sumichrasti*	Cacomixtle
21	Carnivora	Procyonidae	*Nasua nelsoni*	Coatí norteño de Cozumel
22	Carnivora	Procyonidae	*Procyon pygmaeus*	Mapache de Cozumel
23	Artiodactyla	Cervidae	*Mazama pandora*	Venado temazate café

No.	Orden	Familia	Especie	Nombre común
24	Artiodactyla	Cervidae	*Odocoileus virginianus*	Venado cola blanca
25	Artiodactyla	Tayassuidae	*Tayassu tajacu*	Pecarí de collar
26	Rodentia	Sciuridae	*Sciurus deppei*	Ardilla roja
27	Rodentia	Sciuridae	*Sciurus yucatanensis*	Ardilla gris de Yucatan
28	Rodentia	Heteromidae	*Heteromys gaumeri*	Rata espinoza
29	Rodentia	Muridae	*Oligoryzomys fulvescens*	Ratón arrocero pigmeo
30	Rodentia	Muridae	*Oryzomys couesi*	Ratón arrocero
31	Rodentia	Muridae	*Oryzomys rostratus*	Ratón arrocero
32	Rodentia	Muridae	*Otonyctomys hatti*	Ratón de anteojos
33	Rodentia	Muridae	*Ototylomys phyllotis*	Ratón trepador de orejas g
34	Rodentia	Muridae	*Peromyscus yucatanicus*	Ratón venado Yucateco
35	Rodentia	Cricetidae	*Reithrodontomys gracilis*	Ratón cosechero delgado
36	Rodentia	Muridae	*Sigmodon hispidus*	Rata algodonera
37	Rodentia	Erithizontidae	*Coendu mexicanus*	Puerco espín
38	Rodentia	Cuniculidae	*Cuniculus paca*	Tepezcuintle
39	Rodentia	Dasyproctidae	*Dasyprocta punctata*	Guaqueque

LISTADO POTENCIAL DE QUIRÓPTE

Fotografía tomada en el Lote A, Cozumel (*Artibeus jamaicensis)*

El presente listado describe un total de **42** especies de quirópteros cuya distribución es potencial en e
"Lote A", Cozumel.

Q U I R Ó P T E R O S

No.	Orden	Familia	Especie	Nombre común
1	Chiroptera	Emballonuridae	*Peropteryx macrotis*	Murciélago cara de perro
2	Chiroptera	Emballonuridae	*Saccopterix bilineata*	Murciélago rayado
3	Chiroptera	Emballonuridae	*Rhynchonycteris naso*	Murcielaguito narigón
4	Chiroptera	Emballonuridae	*Diclidurus albus*	Murciélago blanco
5	Chiroptera	Noctilionidae	*Noctilio leporinus*	Murciélago pescador
6	Chiroptera	Mormoopidae	*Mormoops megalophylla*	Murciélago barba arrugada
7	Chiroptera	Mormoopidae	*Pteronotus davyi*	Murciélago lomo pelón
8	Chiroptera	Mormoopidae	*Pteronotus parnellii*	Murciélago bigotón común
9	Chiroptera	Mormoopidae	*Pteronotus personatus*	Murciélago bigotón de Wagner
10	Chiroptera	Phyllostomidae	*Micronycteris microtis*	Murciélago orejón brasileño
11	Chiroptera	Phyllostomidae	*Mimon cozumelae*	Murciélago lanza de Cozumel
12	Chiroptera	Phyllostomidae	*Macrotus waterhousii*	Murciélago orejón mexicano
13	Chiroptera	Phyllostomidae	*Chrotopterus auritus*	Falso vampiro lanudo
14	Chiroptera	Phyllostomidae	*Desmodus rotundus*	Murciélago Vampiro
15	Chiroptera	Phyllostomidae	*Diphylla ecaudata*	Murciélago vampiro de patas peludas
16	Chiroptera	Phyllostomidae	*Glossophaga soricina*	Murciélago lengüetón
17	Chiroptera	Phyllostomidae	*Artibeus jamaicensis*	Murciélago frutero de jamaica
18	Chiroptera	Phyllostomidae	*Artibeus lituratus*	Murciélago frutero gigante
19	Chiroptera	Phyllostomidae	*Centurio senex*	Murciélago cara arruga
20	Chiroptera	Phyllostomidae	*Chiroderma villosum*	Murciélago de ojos grandes
21	Chiroptera	Phyllostomidae	*Artibeus phaeotis*	Murciélago zapotero pardo

No.	Orden	Familia	Especie	Nombre común
22	Chiroptera	Phyllostomidae	*Sturnira ludovici*	Murciélago de charreteras mayor
23	Chiroptera	Phyllostomidae	*Sturnira lilium*	Murciélago de charreteras amarillas
24	Chiroptera	Phyllostomidae	*Carollia sowelli*	Murciélago de cola corta sedosa
25	Chiroptera	Phyllostomidae	*Carollia perspicillata*	Murciélago cola corta de cebas
26	Chiroptera	Phyllostomidae	*Lophostoma evotis*	Murciélago oreja redo mesoamericano
27	Chiroptera	Natalidae	*Natalus stramineus*	Murciélago mexicano oreja de embudo
28	Chiroptera	Vespertilionidae	*Corynorhinus mexicanus*	Murciélago orejón mexicano
29	Chiroptera	Vespertilionidae	*Eptesicus furinalis*	Murciélago moreno
30	Chiroptera	Vespertilionidae	*Lasiurus ega*	Murciélago amarillo cola peluda
31	Chiroptera	Vespertilionidae	*Lasiurus intermedius*	Murciélago amarillo gigante
32	Chiroptera	Vespertilionidae	*Myotis keaysi*	Murciélago patas peludas
33	Chiroptera	Vespertilionidae	*Rhogeessa aeneus*	Murciélago amarillo yucateco
34	Chiroptera	Vespertilionidae	*Lasiurus blossevillii*	Murciélago cola peluda de Blossevil
35	Chiroptera	Vespertilionidae	*Bauerus dubiaquercus*	Murciélago desértico sureño
36	Chiroptera	Molossidae	*Eumops glaucinus*	Murciélago con sombrero de Wagner
37	Chiroptera	Molossidae	*Eumops bonariensis*	Murciélago enano con sombrero
38	Chiroptera	Molossidae	*Eumops auripendulus*	Murciélago con bonete negro
39	Chiroptera	Molossidae	*Molossus rufus*	Murciélago mastín negro
40	Chiroptera	Molossidae	*Molossus sinaloe*	Murciélago mastín sinaloense
41	Chiroptera	Molossidae	*Nyctinomops laticaudatus*	Murciélago cola suelta ancha
42	Chiroptera	Molossidae	*Promops centralis*	Murciélago mastín mayor

Las categorías de riesgo que a continuación se describen corresponden a la Norma Oficial M
SEMARNAT-2010, de protección ambiental a las especies nativas de México de flora y fauna silvestre

NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN
Especie endémica	Especies cuya distribución se limita a un área restringida que ofr particulares para la sobrevivencia y reproducción de la especie.
Especie sujeta a Protección especial (Pr)	Aquellas especies que podrían llegar a encontrarse amenazada inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.
Especie Amenazada (A)	Aquellas especies que podrían llegar a encontrarse en peligro de o o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilid deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.
Especie en peligro de extinción (P)	Aquellas especies cuyas áreas de distribución o tamaño de sus Territorio Nacional han disminuido

NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN
	drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, ap sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.
Especie residente	Especies que permanecen en la región durante todo el año y s misma.
Especie transitoria	Se refiere a las especies de aves que utilizan la península de Yuca y/o alimentarse en lapsos breves de tiempo (semanas), ante trayectoria hacia el sur, así como durante su regreso a las zonas d
Especie invernante	Se refiere a las aves que migran a la Península de Yucatán anidación (en el Norte) en búsqueda de alimento. La mayoría rea entre los meses de septiembre y octubre, sin embargo, hay esp mediados de julio y otras en noviembre.
Especie Cuasi Endémica	Aquella cuya distribución principal es en el interior de la Península embargo, encontrándose también pequeñas poblaciones fuera de

12 APÉNDICE 2: LISTADO DE FAUNA SILVESTRE REGISTRADO EN EL PREDIO

El listado que se despliega a continuación enlista un total de 88 especies de fauna silvestre pertene
de anfibios, reptiles, aves y mamíferos, las cuales fueron registradas durante el presente estudio de

No.	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM
		ANFIBIOS (6 Especies)		
1	Ranidae	*Smilisca baudinii*	Rana de árbol	
2	Ranidae	*Eeluterodactylus planirostris*	Rana Chirriadora de invernadero	
3	Hylidae	*Scinax staufferi*	Rana arborícola trompuda	
4	Hylidae	*Trachycephalus typhonius*	Rana arborícola lechosa	
5	Bufonidae	*Incilius valliceps*	Sapo costero	
6	Bufonidae	*Rhinella horribilis*	Sapo gigante	
		REPTILES (12 Especies)		
1	Polichrotidae	*Anolis rodriguezii*	Anolis liso	
2	Polichrotidae	*Anolis sagrei*	Lagartija común	
3	Sphaerodactylae	*Aristelliger georgeensis*	Gecko de la Isla San Jorge	P
4	Gekkonidae	*Hemidactylus frenatus*	Gecko doméstico	
5	Lacertidae	*Basiliscus vittatus*	Toloc	
6	Iguanidae	*Ctenosaura similis*	Iguana rayada	A
7	Iguanidae	*Iguana iguana*	Iguana verde	P
8	Colubridae	*Leptodeira frenata*	Culebra ojo de gato	
9	Colubridae	*Mastigodryas melanolomus*	Culebra lagartijera común	
10	Colubridae	*Thamnophis proximus*	Culebra acuática	A
11	Crocodylidae	*Crocodylus moreletii*	Cocodrilo de pantano	P
12	Kinosternidae	*Kinosternon scorpioides*	Tortuga pecho quebrado	P

No.	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM
		AVES (61 Especies)		
1	Anatidae	*Spatula discors*	Cerceta ala azul	
2	Columbidae	*Leptotila jamaicensis*	Paloma caribeña	
3	Columbidae	*Columbina talpacoti*	Tortolita común	
4	Caprimulgidae	*Nyctidromus albicollis*	Chotacabras común	
5	Apodidae	*Chaetura vauxi*	Vencejo de Vaux	
6	Trochilidae	*Chlorostilbon forficatus*	Esmeralda de Cozumel	
7	Cuculidae	*Coccyzus amricanus*	Cuclillo pico amarillo	
8	Rallidae	*Laterallus ruber*	Polluela canela	
9	Rallidae	*Gallinula galeata*	Gallinta frente roja	
10	Charadriidae	*Charadrius vociferus*	Chorlito tildío	
11	Charadriidae	*Pluvialis squatarola*	Chorlo gris	
12	Recurvirostridae	*Himantopus mexicanus*	Monjita amricana	
13	Jacanidae	*Jacana spinosa*	Jacana norteña	
14	Scolopacidae	*Calidris minutilla*	Playero diminuto	
15	Scolopacidae	*Arenaria interpres*	Vuelvepiedras común	
16	Scolopacidae	*Actitis macularius*	Playero alzacolita	
17	Ardeidae	*Ardea alba*	Garzón blanco	
18	Ardeidae	*Bubulcus ibis*	Garza ganadera	
19	Ardeidae	*Egretta thula*	Garza dedos dorados	
20	Ardeidae	*Egretta tricolor*	Garza tricolor	
21	Threskiornithidae	*Eudocimus albus*	Ibis blanco	
22	Cathartidae	*Coragyps attratus*	Zopilote común	
23	Picidae	*Melanerpes pygmaeus*	Carpintero yucateco	
24	Psitacidae	*Eupsittula nana*	Perico pecho sucio	P
25	Psitacidae	*Amazona albifrons*	Loro frente blanca	P
26	Tyrannidae	*Tyrannus couchii*	Tirano cuir	

No.	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM
27	Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano piriri	
28	Tyrannidae	*Camptostoma imberbe*	Mosquero lampiño	
29	Tyrannidae	*Contopus virens*	Papamoscas del Este	
30	Vireonidae	*Vireo bairdi*	Vireo de Cozumel	A
31	Vireonidae	*Vireo magister*	Vireo yucateco	
32	Corvidae	*Cyanocorax yncas*	Chara verde	
33	Hirundinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta	
34	Hirundinidae	*Stelgidopteryx ridgwayi*	Golondrina yucateca	
35	Troglodytidae	*Uropsila leucogastra*	Chivirín vientre blanco	
36	Turdidae	*Catharus ustulatus*	Zorzal de anteojos	
37	Mimidae	*Melanoptila glabirostris*	Maullador negro	
38	Mimidae	*Mimus gilvus*	Cenzontle tropical	
39	Mimidae	*Dumetella carolinensis*	Maullador gris	
40	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mayor	
41	Parulidae	*Seiurus aurocapilla*	Chipe suelero	
42	Parulidae	*Setophaga americana*	Chipe pecho manchado	
43	Parulidae	*Setophaga citrina*	Chipe encapuchado	
44	Parulidae	*Setophaga caerulescens*	Chipe azul negro	
45	Parulidae	*Setophaga dominica*	Chipe garganta amarilla	
46	Parulidae	*Setophaga magnolia*	Chipe de magnolia	
47	Parulidae	*Setophaga palmarum*	Chipe playero	
48	Parulidae	*Setophaga petechia*	Chipe amarillo	
49	Parulidae	*Setophaga petechia rufivertex*	Chipe amarillo de Isla Cozumel	
50	Parulidae	*Setophaga ruticilla*	Pavito migratorio	
51	Parulidae	*Mniotilta varia*	Chipe trepador	
52	Parulidae	*Geothlypis trichas*	Mascarita común	
53	Parulidae	*Vermivora cyanoptera*	Chipe alas azules	

No.	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM
54	Parulidae	*Oreothlypis peregrina*	Chipe peregrino	
55	Thraupidae	*Piranga rubra*	Tángara roja	
56	Thraupidae	*Tiaris olivaceus*	Semilero oliváceo	
57	Thraupidae	*Coereba flaveola*	Reinita mielera	
58	Spindalidae	*Spindalis zena*	Tangara cabeza rayada	
59	Cardinalidae	*Passerina cyanea*	Colorín azul	
60	Cardinalidae	*Pheucticus ludovicianus*	Picogordo degollado	
61	Cardinalidae	*Cardinalis cardinalis*	Cardenal rojo	
MAMÍFEROS (9 Especies)				
1	Cuniculidae	*Cunniculus paca*	Tepezcuintle	
2	Didelphidae	*Didelphis marsupialis*	Tlacuache sureño	
3	Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*	Armadillo de nueve bandas	
4	Procyionidae	*Potos flavus*	Mico de noche	P
5	Procyionidae	*Procyon pygmaeus*	Mapache de Cozumel	P
6	Tayassuidae	*Pecari tajacu ssp. nanus*	Pecari de collar	
7	Felidae	*Leopardus wiedii*	Tigrillo	P
8	Vespertilionidae	*Myotis keaysi*	Murciélago patas peludas	
9	Phyllostomidae	*Artibeus jamaicensis*	Murciélago frutero	

13 APÉNDICE 3: CATÁLOGO FOTOGRÁFICO DE FAUNA

A N F I B I O S

Rana arborícola trompuda (*Scinax staufferi*)

Rana de invernadero (*Eleutherodactylus planirostris*)

Sapo costero *(Incilius valliceps)*

Rana de árbol (*Smilisca baudinii*)

R E P T I L E S

Tortuga pochitoque (*Kinosternon scorpioides*)

Gecko de la Isla San Jorge (*Aristelliger georgeensis*)

Toloc *(Basiliscus vittatus)*

Cocodrilo de Pantano (*Crocodylus moreletii*)

Serpiente ratonera común (*Mastigodryas melanolomus*)

Serpiente ojo de gato (*Leptodeira frenata*)

A V I F A U N A

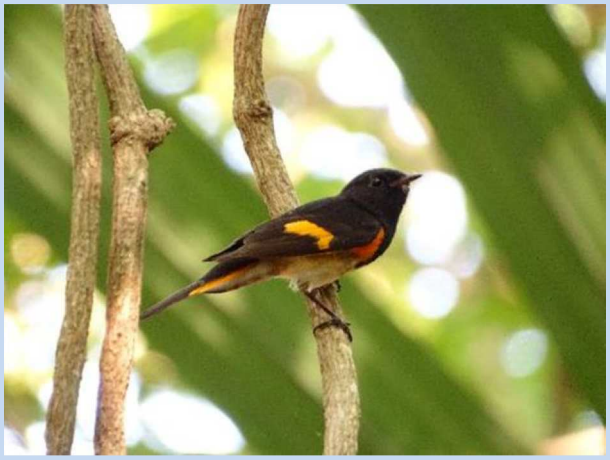
Playero diminuto (*Calidris minutilla*)

Cerceta de alas azules (*Spatula discors*)

Esmeralda de Cozumel *(Chlorostilbon forficatus)*

Papamoscas del Este (*Contopus virens*)

Pavito migratorio *(Setophaga ruticilla)*



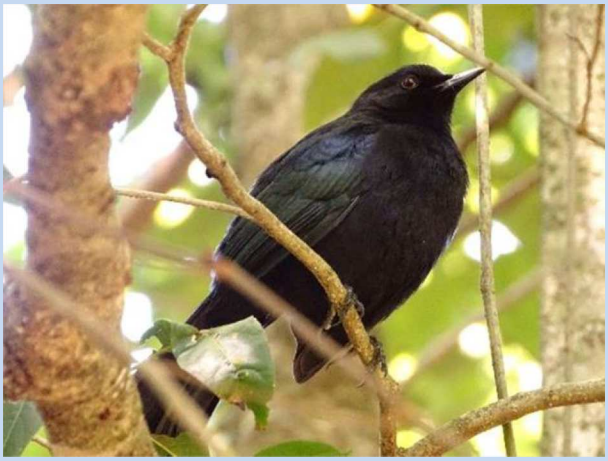
Chipe amarillo de Isla Cozumel (*Setophaga petechia rufivertex*)

Chipe azulnegro *(Setophaga caerulescens)*

Chipe suelero (*Seiurus aurocapilla*)

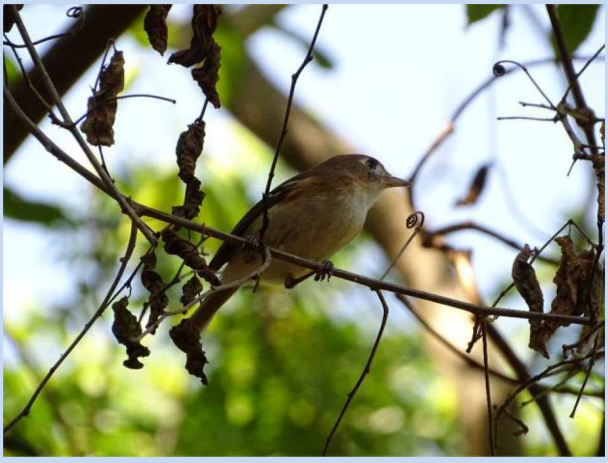
Maullador gris *(Dumetella carolinensis)*

Maullador negro (*Melanoptila glabirostris*)



Tángara cabeza rayada *(Spindalis zena)*

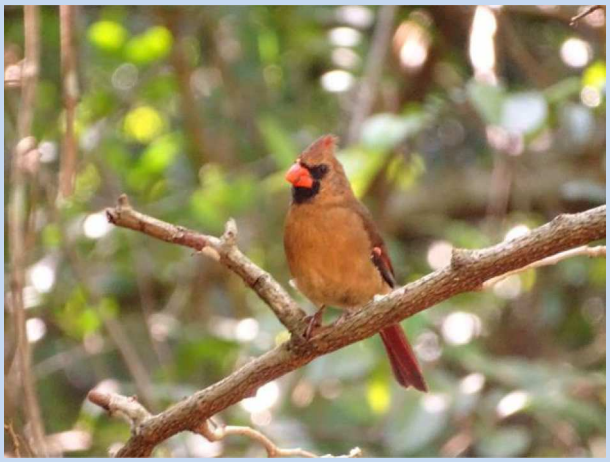
Vireo de Cozumel (*Vireo bairdii*)



Zorzal de anteojos *(Catharus ustulatus)*

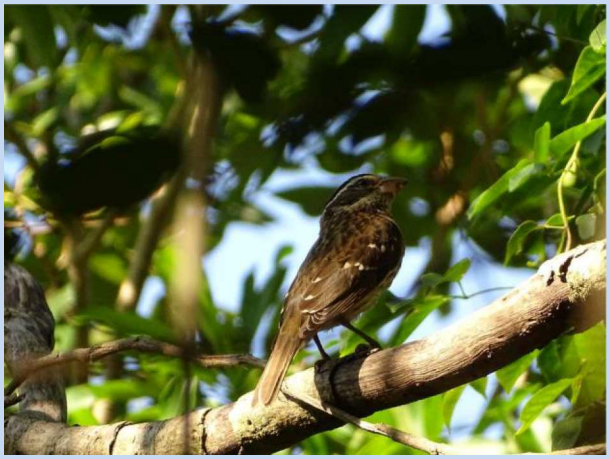
Colorín azul (*Passerina cyanea*)

Cardenal *(Cardinalis cardinalis)*



Reinita Mielera (*Coereba flaveola*)

Picogordo degollado *(Pheucticus ludovicianus)*



Chotacabras común (*Nyctidromus albicollis*)

M A M Í F E R O S

Mico de noche (*Potos flavus*)

Mapache de Cozumel (*Procyon pygmaeus*)

Tepezcuintle *(Cuniculus paca)*

Armadillo (*Dasypus novemcinctus*)

Tigrillo (*Leopardus wiedii*)

Mapache de Cozumel (*Procyon pygmaeus*)

Murciélago frutero *(Artibeus jamaicensis)*

Extracción de murciélago de la red

CAPÍTULO V
IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

1. INTRODUCCIÓN..... 3
2 IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES. 3
2.1 Metodología para identificar los impactos ambientales. 3
3. VALORACIÓN DEL TIPO Y CARACTERISTICAS DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS. 13
3.1. EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES. 13
4. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE EVALUACIÓN..... 17
4.1 IMPACTOS GENERADOS DURANTE LAS TRES ETAPAS DEL PROYECTO (PREPARACIÓN DEL SITIO, CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN)..... 17
4.2 DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS POR ETAPA. 19
4.2.1 Impactos residuales. 26
4.3. DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS POR FACTOR AMBIENTAL. 29

1. INTRODUCCIÓN.

La base para la correcta definición de medidas de prevención, mitigación y/o compensaciones aplicables a un proyecto, se encuentra en la adecuada identificación de los impactos potenciales que el proyecto puede generar en todas sus etapas de desarrollo. Para ello, es indispensable partir del conocimiento del ¿Qué vamos a hacer? ¿En dónde lo vamos a hacer? y ¿Cómo lo vamos a hacer? En los capítulos I, II y IV nos dimos a la tarea de establecer dichos conocimientos describiendo las características generales del proyecto, así como la situación ambiental y socioeconómica en el que se enmarca a nivel local y regional.

Adicionalmente, en el capítulo III fijamos las directrices a las que el proyecto deberá apegarse para cumplir con las leyes, normas ambientales, programas de ordenamiento y otros lineamientos ambientales vigentes.

En el presente capítulo nos avocamos al análisis de los impactos ambientales del proyecto.

2 IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) define en su artículo 3° como Impacto ambiental la modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

La identificación de impactos es parte esencial del proceso de Evaluación de Impacto Ambiental, necesario para que la Autoridad competente establezca las condiciones a las que deben sujetarse las obras o actividades que puedan causar un daño al ambiente (LGEEPA Art. 28).

Habiendo descrito en los capítulos anteriores las características generales del proyecto, así como la situación ambiental en la que se enmarca, en este capítulo corresponde analizar los impactos ambientales potenciales de generarse por la preparación, construcción y operación del proyecto, considerando los impactos acumulativos, los impactos residuales y los efectos sinérgicos, directos e indirectos que puede tener el desarrollo del mismo, a través del análisis de las características del área de estudio que está incluida dentro del Sistema Ambiental (descrito en el Capítulo IV). De esta forma, se pondera de manera más precisa la influencia y magnitud de los impactos ambientales que pudieran generarse por las obras y actividades contempladas.

2.1 METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

La efectividad de la metodología utilizada para la evaluación de los impactos ambientales depende de la información ambiental con la que se cuente, del tipo de proyecto, y principalmente de la identificación de los principales factores en los que incidirá el proyecto en cada una de las etapas del desarrollo.

Para evaluar los impactos potenciales de desarrollarse con la construcción del proyecto "Condominio K'iino" se usaron tres metodologías diferentes, primero la matriz de interacción

simple, la matriz de identificación de impactos y la matriz de valoración y jerarquización. Por medio de estas se identificaron y analizaron los impactos provocados en las diferentes etapas de desarrollo, con el fin de no obviar ningún efecto que pueda ser mitigado.

Es común limitar la evaluación de impacto ambiental sólo a aquellos impactos "palpables", que por su magnitud o trascendencia son fáciles de identificar, sin embargo, los impactos indirectos traen consigo consecuencias que son, en algunos casos, mayores al impacto que las generó. No es fácil identificar este segundo nivel de impactos y mucho menos cuantificarlos, el reconocimiento de éstos queda en muchos casos en función de la experiencia del trabajo de campo o en las actividades de seguimiento de condicionantes ambientales de proyectos en desarrollo u operación, en los que se pueden reconocer los efectos de un impacto directo e indirecto a través del tiempo.

Para evaluar de manera puntual los aspectos citados anteriormente, primeramente, es importante definir: A) cuáles serán las actividades a realizar en cada una de las etapas del proyecto y su impacto en el ambiente y, B) los componentes ambientales sobre los cuales incidirán, para de esta forma poder analizar los efectos de las actividades sobre los componentes.

a) Identificación de actividades que impactarán al ambiente.

Las actividades del proyecto que se identificaron como los posibles agentes de cambio en el sistema se enlistan en el cuadro 1.

Cuadro 1. Principales actividades que se llevarán a cabo para el desarrollo del proyecto en cada una de sus etapas.

Etapa	Actividades
Preparación del sitio	**1.** Presencia de personal.
	2. Actividades de rescate de flora y fauna.
	3. Desmonte e instalación de obras provisionales y tapial.
Construcción	**4.** Contratación y tránsito del personal.
	5. Excavación, nivelación y compactación del terreno.
	6. Actividades de construcción del condominio con todas sus obras.
Operación y Mantenimiento	**7.** Operación del condominio.
	8. Actividades de mantenimiento del condominio con todas sus áreas.

En total se identificaron 8 actividades que potencialmente pueden afectar a algún factor o componente ambiental en cada una de las tres etapas del proyecto. Así mismo, dichas actividades tendrán un efecto en el entorno generando impactos como:

- Reducción de la cobertura vegetal y afectación de especies en riesgo.
- Emisión de contaminantes a la atmósfera por uso de maquinaria.
- Cambios en la escorrentía superficial, pautas de absorción y de drenaje.
- Modificación del paisaje.

Es evidente que algunas actividades se repiten en las distintas etapas del proyecto, de ahí que generarán efectos continuos en el ambiente, tales como la presencia del personal en el área del proyecto. Sin embargo, otras son puntuales a cada una de las etapas, como las actividades particulares de construcción de las obras. De ahí que habrá actividades cuyo efecto se evalúe de manera puntual en una etapa, pero la de otras se repita en las tres fases de desarrollo variando en su intensidad.

b) Identificación de los componentes ambientales

Se buscaron componentes ambientales que reflejarán impactos significativos, considerando las características y cualidades del área de estudio. La evaluación de los impactos ambientales sobre los ecosistemas se sustenta en el conocimiento de sus componentes ambientales físicos (abióticos), biológicos y socioeconómicos. Los componentes ambientales se agruparon en primera instancia en subsistemas medio físico, biótico y subsistema socioeconómico. La identificación de los factores o componentes ambientales se presenta en el cuadro 2.

Cuadro 2. Factores ambientales del proyecto.

Subsistema	Factor ambiental
Medio abiótico	Aire
	Topografía
	Suelo
	Agua
Medio biótico	Flora
	Fauna
Medio Socioeconómico	Residuos
	Transporte y flujo de tráfico
	Servicios
	Economía
	Paisaje

c) Identificación de indicadores de cambio:

Indicadores de impacto: Una definición genéricamente utilizada del concepto de Indicador establece que este es "un elemento del medio ambiente afectado, o potencialmente afectado, por un agente de cambio" (SEMARNAT, 2002).

Por indicadores de impacto ambiental se entiende la expresión medible de un impacto ambiental, es decir, aquella variable simple o expresión más o menos compleja que mejor representa la alteración. De esta manera un indicador debe ser capaz de representar numéricamente aquello que se pretende valorar (Gómez-Orea, 2003).

Se buscaron indicadores de impacto que fueran:

- ✓ Representativos: Se refiere al grado de información que posee el indicador respecto al impacto global de la obra.

- ✓ Relevantes: Se refiere a que la información que aporta es significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.

- ✓ Excluyentes: Se refiere a que no exista superposición con otros indicadores distintos.

- ✓ Cuantificables: Se refiere a que sea posible medirlo en términos cuantitativos para estimar la magnitud del impacto.

- ✓ De fácil identificación: Se refiere a que su definición sea clara y concisa.

Tomando como base los Indicadores Básicos del Desempeño Ambiental de México (SEMARNAT, 2013), se definieron los siguientes indicadores para el proyecto (Cuadro 3).

Cabe señalar que solo se escogieron algunos de los indicadores de Desempeño Ambiental propuestos por la SEMARNAT de acuerdo con el proyecto que se evalúa, también se retomaron algunos considerados por Perevochtchikova (2013), y se añadieron los del medio socioeconómico.

Cuadro 3. Se indican los indicadores ambientales por factor ambiental

Factor	Tema	Subtema	Indicador ambiental
Aire	Contaminación	Emisiones	CO_2, NO_X, SO_2
		Auditiva	dB
	Modificación	Cambios en el microclima	Emisiones de CO_2
Topografía	Modificación	Superficie de aprovechamiento	%
Suelo	Pérdida	Pérdida de suelo	m^3
	Compactación	Compactación del terreno	cm
Agua	Agua superficial y subterránea	Modificación de corrientes naturales y pautas de drenaje	Si-No
Vegetación	Reducción	Cobertura vegetal	Superficie (m^2)
	Cambios en la abundancia	Pérdida de individuos de ejemplares de flora incluidas especies en alguna categoría de riesgo.	No. de ejemplares
Fauna	Abundancia	Cambios en la abundancia de ejemplares de fauna, incluidas las especies en alguna categoría de riesgo	No. de ejemplares
	Hábitats para la fauna	Reducción del hábitat	Superficie (m^2)
Residuos	Residuos Sólidos Urbanos, de Manejo Especial y Residuos	Volumen de generación de residuos sólidos	Kg de residuos generados

Factor	Tema	Subtema	Indicador ambiental
	Peligrosos	urbanos, de manejo especial y peligrosos.	
Transporte y flujo de tráfico	Flujo de tráfico	Aumento	No. de vehículos/hora
Infraestructura	Demanda de energía eléctrica, aumento en consumo de agua y tratamiento de aguas residuales.	Consumo de energía Producción de aguas residuales. Aumento en consumo de agua	Kw/hora m^3/día
Economía	Empleos y adquisición de insumos	Generación	No. de empleos
Paisaje	Cambios	Modificación del paisaje	Visibilidad Calidad Fragilidad

d) Características de los indicadores.

A continuación se indican las características y cualidades de cada uno de los componentes ambientales, considerando los indicadores ambientales que se determinaron (Cuadro 4).

Cabe aclarar, que no hay datos disponibles de todos los indicadores que se determinaron para poder analizar posteriormente en el apartado de análisis de impactos, por lo que solo se consideraron los datos que se presentan a continuación.

Cuadro 4. Lista de factores ambientales utilizados para la valoración de los impactos ambientales del proyecto.

Subsistema	Factor ambiental	Condición actual
Medio abiótico	Aire	En el Sistema Ambiental hay varias fuentes fijas de emisiones a la atmósfera provenientes de los desarrollos que se ubican en la zona costera como son el Club Cozumel Caribe, el Melia Cozumel Golf All Inclusive, el Cozumeleño Beach Resort all Inclusive. También hay puntos fijos y móviles que generan ruido, como el tránsito de vehículos sobre la Carretera Costera Norte. Cuando sea construida la vialidad que se autorizó dentro del predio también se generarán emisiones de gases y ruido derivados del empleo de maquinaria. Posteriormente, cuando este operando se producirá ruido derivado del paso de vehículos. En el Plan Maestro Cozumel Country Club hay algunos proyectos que se encuentran en desarrollo, en los cuales se produce ruido y se generan gases derivados del uso de la maquinaria.
	Topografía	De acuerdo con el modelo de elevación digital del predio, se determinó que el predio presenta niveles de 3.90 msnm a 5.8msnm. Se observa que la altura más alta del terreno del

Subsistema	Factor ambiental	Condición actual
		predio corresponde a la cota de 5.85 msnm ubicado en la parte Norte del predio. La cota (elevación) más baja es de 3.90 msnm ubicada en la parte Sur del predio.
	Suelo	En el sistema ambiental se encuentran suelos tipo solonchack y leptosoles: Solonchak: Del ruso *sol*, sal y chak, zona salada. Suelos con enriquecimientos en sales fácilmente solubles en algún momento del año, formados en ambientes de elevada evapotranspiración. Las sales son apreciables cuando el suelo está seco y en la mayoría de las veces en la superficie formando una costra de sal. Las sales afectan la absorción de agua por las plantas y afectan el metabolismo del nitrógeno. Existen dos patrones de distribución principal: los Solonchaks de influencia marina, y los Solonchaks continentales con extrema evapotranspiración. Además de compartir los mismos tipos de vegetación que los Solonetz, los Solonchaks también están distribuidos en manglares y algunos mezquitales. Leptosol: Del griego *teptos*, delgado. Del griego *Lithos*, piedra. Incluyen los antiguos Litosoles y otros suelos con menos de 25 cm de espesor o con más de 80% de su volumen ocupado por piedras o gravas. Son muy susceptibles a la erosión. El uso principal de este suelo es para agostadero.
	Agua	Las características geológicas de la Isla de Cozumel, estructurada por rocas calizas de alta permeabilidad, limita la formación de corrientes superficiales, ya que el agua de lluvia que se precipita se infiltra rápidamente al manto freático. El grado de escurrimiento superficial es casi nulo, sin embargo, existen lagunas costeras localizadas en el extremo sur y norte de Cozumel. En Cozumel, casi la totalidad del subsuelo forma parte del acuífero subterráneo, que está formado por una gran lente de agua dulce que flota por su menor densidad sobre una de agua salada, por lo que la mayor parte de la isla es considerada como un acuífero del tipo libre de aguas freáticas. La conservación de este acuífero es de suma importancia, ya que representa el único sustento de agua dulce para la población de Cozumel y para la comunidad biótica que habita en la isla.

Subsistema	Factor ambiental	Condición actual
		La parte de mayor recarga y grosor del acuífero es la zona centro de la Isla, en donde se ubica la Reserva Estatal de selvas y humedales de Cozumel. El agua que se infiltra fluye hacia la costa a través del subsuelo de manera radial hasta llegar al mar. Este acuífero nutre de agua a las zonas inundables y las lagunas costeras presentes en Cozumel, agua que posteriormente termina por mezclarse con la influencia marina. El nivel estático está entre 1 y 5 m, el espesor saturado de agua dulce del acuífero es más grueso hacia el centro de la isla adelgazándose en los extremos, en donde se ubica el sistema ambiental. La interface salina se encuentra entre los 15 y 23 m en su parte central, pero el grosor de la lente de agua dulce disminuye hacia la costa hasta alcanzar un valor de 0 m, debido a esto los pozos para el aprovechamiento de agua se localiza en la parte central, dentro del polígono del ANP de selvas y humedales de Cozumel, lo que hace evidente la importancia de realizar un aprovechamiento sustentable del acuífero, pues de lo contrario podría provocar un incremento de la salinidad del subsuelo que afectaría severamente a la vegetación que reside en la Reserva. El INEGI caracteriza al predio como material consolidado con posibilidades altas de comportarse como un acuífero. Un estudio realizado para conocer la calidad de agua subterránea de los pozos ubicados en la zona de mayor uso de agua dulce en Cozumel, señaló que la zona centro-norte es un área importante con buena calidad de agua dulce por la baja conductividad eléctrica y cloruros que presentó. Además, corroboró que el comportamiento de algunas variables fisicoquímicas del acuífero, dependen de los cambios estacionales (Coronado-Álvarez, *et al.,* 2011).
Medio biótico	Flora	Como resultado del análisis de fotointerpretación se determinó que para el SA se distinguen 4 unidades ambientales por el tipo de cobertura vegetal, siendo en orden de mayor a menor superficie: vegetación de selva mediana subperennifolia con el 66.18%, vegetación manglar con 9.91%, vegetación secundaria con el 6.18% y por último matorral costero con 0.52%. Asimismo, hay otras coberturas de índole natural como el cuerpo de agua ocupando el 0.81% y la playa arenosa misma que representa el 0.86% dentro del SA. En cuanto a otras coberturas, el que presentó mayor superficie con un porcentaje de ocupación con 12.26% de la

Subsistema	Factor ambiental	Condición actual
		superficie del SA es el uso Urbano construido, seguido de la vialidad con 2.18%, brechas y caminos con 0.60%, áreas desprovistas de vegetación con 0.28% y finalmente con menor proporción áreas sin vegetación aparente con 0.22%. El predio en su mayor parte cuenta con vegetación de Selva Mediana Subperennifolia (93.99 %), una superficie de 620.20 m^2 (4.87 %) será ocupada por la vialidad del Plan Maestro, y posee una brecha de terracería (1.14 %) de tránsito peatonal. En el predio se registró una especie enlistada en la Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010 en estatus de Amenazada como es la palma nacax (*Coccothrinax readii).*
	Fauna	En el área de estudio se registraron un total de 88 especies de vertebrados, siendo el grupo más diverso las aves con 61, seguido de los reptiles 12, los mamíferos 9 y finalmente los anfibios con 6. La baja perturbación en lo que corresponde al área de selva mediana ha permitido tener una diversidad importante de vertebrados, y en especial de especies migratorias y endémicas tanto de la Península de Yucatán como de la propia Isla de Cozumel. De estas, 12 especies están enlistadas en la Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (de las cuales 6 son aves, 3 son mamíferos y 3 reptiles).
Medio socioeconómico	Residuos	De acuerdo con el Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo, 2009-2013, se registró que para el Estado de Quintana Roo la media de generación de residuos es de 0.87Kg/persona/día.
	Demanda de infraestructura	El acuífero del Estado de Quintana Roo tiene una disponibilidad media de agua de 301.70 MMm^3 anuales (CONAGUA, 2018). Las regiones en donde la disponibilidad es menor a 1,700 m^3 por año se considera que presentan "estrés hídrico", donde puede presentarse escasez con frecuencia. De acuerdo con lo anterior, no se presenta escasez de agua. La zona del proyecto cuenta con infraestructura para el suministro de energía eléctrica, que será proporcionada por CFE. El agua requerida para su construcción provendrá de pipas del servicio público. Para la etapa operativa del proyecto será suministrada a través de pipas y almacenada en la cisterna

Subsistema	Factor ambiental	Condición actual
		general con la que cuenta el Plan Maestro. El agua será conducida desde la cisterna general por medio de la tubería instalada en la berma de servicios de las vialidades generales hasta el predio y de ahí se distribuirá por una red interna a las cisternas de cada edificio. En la zona no hay conexión para la red de drenaje, por lo que las aguas residuales que se generen serán conducidas a través del drenaje interno hacia los biodigestores que se instalarán, donde recibirán el tratamiento adecuado. El agua tratada será almacenada en cisternas donde será clorada para su reúso, previo cumplimiento de la normatividad aplicable. Cuando exista factibilidad para conectarse a la red de drenaje se realizará la conexión del proyecto.
	Transporte y flujo del tráfico	Se tendrá acceso al predio a través de la Carretera Costera Norte que colinda con el predio. El flujo del tráfico en la Carretera Costera Norte es continuo y es la única vía que llega a los desarrollos del norte de la isla.
	Economía	En el 2018, Cozumel contaba con 3,748 habitaciones. La ocupación hotelera en el primer trimestre del año según datos preliminares de la Secretaría de Turismo de Quintana Roo fue del 79.2%, apenas inferior a la del mismo lapso de 2016. 51.6% de los turistas que se alojaron en los hoteles de la isla procedieron de Estados Unidos y 32.8% fueron nacionales, principalmente de la Ciudad de México. El segmento de edad predominante fue el de mayores de 60 años y destaca que los amigos y visitas anteriores son las principales razones para haber escogido Cozumel. Los turistas que se hospedaron en los hoteles de la isla tuvieron una estancia promedio de 7.7 días y viajaron en grupos de 3.3 personas (SEDETUR, 2018). El año pasado (2019) El Presidente Municipal de Cozumel, Pedro Joaquín sostuvo que en mayo los esfuerzos realizados por la actual administración se reflejaron en la llegada de 565 mil 48 paseantes por vía aérea, crucero, ruta federal Playa del Carmen-Cozumel y transbordador, en comparación con los 522 mil 892 personas del mismo periodo de 2018, es decir, 42 mil 156 viajeros más, según cifras proporcionadas por el Grupo Aeroportuario del Sureste (Asur), la Administración Portuaria Integral de Quintana Roo (Apiqroo), Dirección de Turismo Municipal. De la llegada de viajeros, por vía aérea fueron 40 mil 771 viajeros nacionales e internacionales; en cruceros, 309 mil 959; en la ruta federal Playa del Carmen-Cozumel, 195 mil

Subsistema	Factor ambiental	Condición actual
		118 y, por transbordador, 19 mil 200, para un total de 565 mil 48 turistas (Turismo y Desarrollo Económico, 2019).
	Paisaje	El SA se encuentra con áreas de vegetación natural, zonas con infraestructura y sin vegetación. En general se encuentra en buen estado de conservación, cabe mencionar que el SA es cercano al Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel y al Área Natural Protegida con la categoría de Reserva Estatal la Región denominada Selvas y Humedales de Cozumel. Para definir el componente central de este proyecto se consideró que la mayoría de los observadores que transitan por la Carretera Costera Norte o Av. Rafael E. Melgar y la vialidad principal del Plan Maestro Cozumel Country Club. La vegetación y uso de suelo donde se proponen las obras, son el componente central para el análisis del paisaje de la zona de influencia y el predio del proyecto. De ahí que en la zona de influencia hay 4 unidades de paisaje. Vegetación natural: está conformada por vegetación de selva mediana subperennifolia, vegetación manglar, vegetación secundaria y vegetación de matorral costero. Cuerpos de agua: Se ubican en la parte central del SA y corresponden a los conformados por el campo de golf. Playa: Corresponde a la zona de playa arenosa ubicada al Oeste del SA donde se desarrolla la actividad recreativa turística de Cozumel y Asentamientos humanos y áreas sin vegetación: En esta se encuentran agrupados desarrollos como hoteles, condominios y casas habitación.

Tomando como base los indicadores que se definieron, antes se determinaron los siguientes impactos que podría generar el proyecto.

Cuadro 5. Factores ambientales utilizados para la valoración de los impactos ambientales del proyecto.

Factores	Impactos ambientales
Aire	Contaminación por emisiones a la atmósfera y emisiones de gases de efecto invernadero
	Contaminación auditiva
	Cambios en el microclima.
Topografía	Modificación de la topografía
Suelo	Pérdida de suelo
	Compactación del terreno
Agua	Modificación de corrientes naturales, patrones de absorción y pautas de drenaje.
Vegetación	Cambios en la abundancia de ejemplares de flora, incluidos los de la Modificación del Anexo Normativo III, Lista de

Factores	Impactos ambientales
	especies en riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
	Reducción en la cobertura de la vegetación.
Fauna	Cambios en la abundancia de ejemplares de fauna, incluidos los de la Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
	Fragmentación del hábitat de la fauna.
Residuos	Aumento en la generación de Residuos Sólidos Urbanos, de Manejo Especial y Residuos Peligrosos
Transporte y flujo de tráfico	Aumento del flujo vehicular
Infraestructura	Demanda de energía eléctrica, consumo de agua y tratamiento de aguas residuales
Economía	Generación de Empleos y adquisición de insumos
Paisaje	Modificación del paisaje

3. VALORACIÓN DEL TIPO Y CARACTERISTICAS DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS.

3.1. EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

Matriz de identificación de Impactos Ambientales.

La Matriz de Identificación de Impactos Ambientales consiste en una tabla que confronta cada actividad prevista por el proyecto con el factor sobre el que incide y el impacto que provoca en él. Los impactos fueron identificados previamente. En la matriz se clasifican los impactos como negativos o positivos. Según Gómez-Orea (2002), el signo de un impacto mide la gravedad de éste cuando es negativo y el "grado de bondad" cuando es positivo; en uno u otro caso, el valor se refiere a la cantidad, calidad, grado y forma en que un factor ambiental es alterado y al significado ambiental de dicha alteración.

Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales

Para calcular la significancia o relevancia de un impacto se consideró la incidencia. La incidencia se refiere a la severidad, grado y forma de la alteración, definidos por su intensidad y por la siguiente serie de atributos de tipo cualitativo: consecuencia, acumulación, sinergia, momento, reversibilidad, periodicidad, permanencia y recuperabilidad (Gómez-Orea, 2002). Para calcular la incidencia se le asignó a cada uno de dichos atributos un valor entre 1 y 3 según las definiciones que se muestran en la tabla.

Con base en lo anterior, se generó una Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales en donde se califica cada impacto y de acuerdo con el factor ambiental y sus propiedades afectadas. Con los resultados de dicho análisis se pudo calcular el Índice de Incidencia para cada impacto, mediante la aplicación del modelo propuesto por Gómez-Orea (2002) y cuyos pasos se describen a continuación:

1. Se atribuyó un código numérico a cada carácter del atributo, acotado entre un valor máximo para la más desfavorable y uno mínimo para la más favorable.

2. El índice de incidencia de cada impacto se evaluó a partir del siguiente algoritmo simple, que consiste en la sumatoria de los valores asignados a los atributos de cada impacto y sus rangos de valor o escala:

$I = C + A + S + T + Rv + Pi + Pm + Rc\ 5$ Expresión V.1

3. Se estandarizó cada valor de cada impacto entre 0 y 1 mediante la expresión V.2.

Incidencia = I – Imin / Imax – Imin Expresión V.2

Imin = el valor de la expresión en caso de que los atributos se manifiesten con el menor valor, que para el caso de esta evaluación será 8, por ser 8 atributos con un valor mínimo cada uno de 1.
Siendo:

I = el valor de incidencia obtenido por un impacto.

Imax= el valor de la expresión en el caso de que los atributos se manifestarán con el mayor valor, que para el caso de esta evaluación será 24, por ser 8 atributos con un valor máximo cada uno de 3.

Cuadro 6. Se indican los atributos que se utilizaron para valorar los impactos.

Atributos	**Escala**		
	1	**2**	**3**
Consecuencia (C)	**Indirecto**: el impacto ocurre de manera indirecta.	No aplica	**Directo:** el impacto ocurre de manera directa.
Acumulación (A)	**Simple**: cuando el efecto en el ambiente no resulta de la suma de los efectos de acciones particulares ocasionados por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.	No aplica	**Acumulativo:** cuando el efecto en el ambiente resulta de la suma de los efectos de acciones particulares ocasionados por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.
Sinergia (S)	**No Sinérgico:** cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones no supone una incidencia	No aplica	**Sinérgico:** cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia

Atributos	Escala		
	1	2	3
	ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.		ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.
Momento o Tiempo (T)	**Largo:** la actividad dura más de 1 año.	**Mediano:** el efecto dura más de 1 mes y menos de 1 año.	**Corto**: cuando el efecto dura menos de 1 mes.
Reversibilidad del impacto (R)	**A corto plazo**: la tensión puede ser revertida por las actuales condiciones del sistema en un período de tiempo relativamente corto, menos de un año.	**A mediano plazo:** el impacto puede ser revertido por las condiciones naturales del sistema, pero el efecto permanece de 1 a 3 años.	**A largo plazo**: el impacto podrá ser revertido naturalmente en un periodo mayor a tres años, o no sea reversible.
Periodicidad (Pi)	**Aparición irregular**: cuando el efecto ocurre de manera ocasional.	No aplica	**Periódico:** cuando el efecto se produce de manera reiterativa.
Permanencia (Pm)	**Temporal**: el efecto se produce durante un periodo definido de tiempo.	No aplica	**Permanente:** el efecto se mantiene al paso del tiempo.
Recuperabilidad (Ri)	**Recuperable**: que el componente afectado puede volver a contar con sus características.	No aplica	**Irrecuperable:** que el componente afectado no puede volver a contar con sus características (efecto Residual).

Esta matriz permitió evaluar los impactos ambientales generados en términos de su importancia, conocer los componentes ambientales más afectados por el proyecto e identificar y evaluar los impactos acumulativos y residuales, asociados directamente con los atributos de acumulación y recuperabilidad. Es importante aclarar que esta evaluación se realiza considerando los impactos sin aplicar medidas de mitigación.

Posteriormente, se integrará esta información en una Matriz de Jerarquización de Impactos Ambientales que tiene el objetivo de ordenar los impactos de mayor a menor para una mejor visualización de la jerarquía de los mismos, asignándoles un código de color para facilitar su valoración.

Es necesario realizar una jerarquización de los impactos, así como una valoración global que permite adquirir una visión integrada y completa de la incidencia ambiental del proyecto. La primera exigencia requiere determinar el valor de cada impacto en unidades conmensurables; en esta metodología el valor se atribuye a partir de los valores de incidencia entre 0 y 1, el valor de cada impacto también se hace variar entre 0 y 1, ese valor es quien marca la jerarquía exigida.

Debido a que al estandarizar los valores obtenidos para el Índice de Incidencia el máximo valor posible es 1, los impactos se agruparon en 3 rangos de 0.33 y a cada uno de los cuales se le asignó un código de color.

Cuadro 7. Se muestran los rangos que se utilizaron para valorar el índice de incidencia.

Rango	Interpretación	Índice de incidencia
Significativo (S)	Se pueden generar alteraciones que sin medidas afecten el funcionamiento o estructura de los ecosistemas dentro del SA.	0.68 o mayor
No significativo (NS)	Se compromete la integridad de elementos o procesos sin poner en riesgo la estructura y función de los ecosistemas de los que forman parte.	0.34 a 0.67
Despreciables (D)	Alteraciones de muy bajo impacto a elementos o procesos que no comprometen la integridad de los mismos.	0.33 o menor

Los impactos ambientales que por su índice de incidencia resulten despreciables no serán considerados para la determinación de su significancia. Lo anterior se fundamenta en el hecho de que no todos los impactos identificados deben analizarse con la misma intensidad, sino que conviene centrarse en los impactos clave (Gómez-Orea, 2002).

Determinación de significancia.

La determinación de la significancia o relevancia de un impacto es la tarea que muestra de forma más convincente el carácter multidisciplinario de la evaluación de impacto ambiental. La significancia de los impactos evaluados se determinó de acuerdo con la definición de "impacto significativo" establecida en el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, que en su fracción IX del Artículo 3 dice a la letra:

IX. Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales;

Esta definición y su consecuente razonamiento, indica que no todos los impactos deben atenderse con la misma intensidad, sino que conviene centrarse en los impactos clave, es

decir, aquellos que potencialmente pueden generar desequilibrios ecológicos o ecosistémicos o que puedan sobrepasar límites establecidos en normas jurídicas específicas, sin menosprecio de las acciones que se puedan desarrollar para mitigar los impactos despreciables.

• 4. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE EVALUACIÓN.

4.1 IMPACTOS GENERADOS DURANTE LAS TRES ETAPAS DEL PROYECTO (PREPARACIÓN DEL SITIO, CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN).

Matriz de interacciones simple

Con esta matriz se identificaron 43 interacciones entre los factores ambientales y las actividades del proyecto que pueden producir algún tipo de impacto, de las cuales 37 son adversas y 6 son benéficas.

Cuadro 8. Matriz de interacciones simples del proyecto.

	PREPARACIÓN DEL SITIO			CONSTRUCCIÓN			OPERACIÓN		TOTAL
FACTOR/ ACTIVIDAD	Contratación y Tránsito de personal	Actividades de rescate de flora y fauna	Desmonte e instalación de obras provisionales. y tapial	Contratación y Tránsito de personal	Excavación, nivelación y compactación	Construcción de condominio con todas sus obras	Operación de los condominios.	Actividades de mantenimiento de los condominios	
Aire			A		A	A	A	A	5
Topografía			A		A				2
Suelo			A		A				2
Agua			A		A	A			3
Vegetación		B	A		A	A			4
Fauna	A	B	A	A	A	A			6
Residuos	A		A	A		A	A	A	6
Transporte y flujo de tráfico	A		A	A	A	A	A		6
Demanda de Infraestructura							A		1
Economía	B			B		B		B	4
Paisaje			A		A	A	A		4
TOTAL	4	2	9	4	8	8	5	**3**	**43**

A = interacciones adversas; B = interacciones benéficas.

Matriz de identificación de impactos ambientales

Cuadro 9. Matriz de identificación de impactos ambientales.

Factor	ETAPAS	PREPARACIÓN			CONSTRUCCIÓN			OPER
	Negativo / Positivo — Actividades Impacto	Contratación y de personal	Rescate de Flora y Fauna	Desmonte e instalación de obras provisionales. y tapial	Contratación de personal	Excavación, nivelación y compactación	Construcción de condominio con todas sus obras.	Operación de los condominios.
Aire	Cambios en la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y producción de gases de efecto invernadero							
	Cambios en la calidad del aire por la generación de ruido							
	Cambios en el microclima							
Topografía	Alteración de las formas del terreno							
Suelo	Pérdida de suelo							
	Compactación del terreno							
Agua	Modificación de corrientes naturales, patrones de absorción y pautas de drenaje.							
Flora	Cambios en la abundancia de ejemplares de flora, incluidos los de la Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010.							
	Reducción de la cobertura vegetal							
Fauna terrestre	Cambios en la abundancia de ejemplares, incluidos los de la Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010.							
	Fragmentación del hábitat de la fauna							
Residuos	Incremento en la generación de residuos sólidos, de manejo especial y peligrosos.							
Demanda de infraestructura de servicios	Consumo de agua y de energía eléctrica, tratamiento de aguas residuales							
Transporte y flujo de tráfico	Aumento del flujo vehicular							
Economía	Generación de Empleos y adquisición de insumos.							
Paisaje	Modificación del paisaje							
Número de impactos		4	2	14	4	9	9	6
		20			22			
Positivos		1	2	0	1	0	1	0
Negativos		3	0	14	3	9	8	6

4.2 DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS POR ETAPA.

En la matriz de identificación de impactos ambientales se registraron un total de 52 interacciones que corresponden a posibles impactos que pueden generarse en las tres etapas del proyecto. Del total de impactos, 46 son adversos y 6 benéficos. A continuación, se describen los impactos registrados en cada etapa.

El proyecto consiste en un condominio con 2 edificios de 11.0 m de altura de tres niveles con roof garden, que albergarán un total de 32 villas, así como una palapa de amenidades, dos albercas con asoleaderos, andadores peatonales, circulaciones verticales, bodega, cuarto de basura, instalaciones y servicios, estacionamiento y áreas de conservación.

La totalidad de las obras se desplantarán en una superficie de 3,655.08 m^2 que equivale al 28.73 % del predio. En el predio se autorizó una vialidad del Plan Maestro Cozumel Country Club en una superficie de 620.20 m^2 (4.87 %). La superficie restante, es decir 8,449.33 m^2 (66.40 %) se mantendrá como conservación con vegetación en estado natural.

De la superficie de aprovechamiento del proyecto (3,655.08 m^2), un área de 3,621.57 m^2 está cubierta con vegetación de selva mediana subperennifolia y 33.51 m^2 poseen una brecha de terracería existente. Mientras que la superficie que se destinará como conservación (8,449.33 m^2), un área de 8,338.28 m^2 se mantendrán con vegetación de selva mediana subperennifolia y una superficie de 111.05 m^2 corresponden a una brecha de terracería que será reforestada.

Impactos durante la etapa de preparación del sitio.

En la etapa de preparación del sitio se presentaron un total de 17 impactos negativos y 3 positivos, los cuales derivan de las actividades de trazo, marcaje, desmonte, instalación de obras provisionales y tapial, las actividades de rescate de flora y fauna, y los impactos derivados por parte de los trabajadores.

Los impactos que se pudieran generar en esta etapa están relacionados con las actividades de desmonte, reduciendo la superficie con cobertura vegetal, que a su vez implica cambios en el microclima, en la topografía, pérdida de suelo, compactación del terreno, cambios en los índices de absorción y pautas de drenaje. La presencia de personal y el retiro de la vegetación provocarán el desplazamiento de la fauna, cambios en su abundancia y fragmentación de su hábitat, y en caso de registrar fauna de lento desplazamiento se realizará su rescate y reubicación.

Para estas actividades se utilizará maquinaria y equipo, lo cual implica la emisión de contaminantes y el incremento en los niveles de ruido, así como la generación de residuos peligrosos como aceites quemados y estopas impregnadas de hidrocarburos. De la misma forma la presencia de personal implica la generación de residuos sólidos derivados del consumo de alimentos y la generación de aguas residuales.

Impactos durante la etapa de construcción

En esta etapa se contabilizaron 20 interacciones de impactos negativos y 2 impactos positivos, por lo que se producen un mayor número de impactos que en la etapa de preparación del sitio. Los impactos negativos están relacionados con la presencia de trabajadores, actividades de excavación, nivelación y compactación y en sí la construcción de las obras propuestas, lo cual conlleva la generación de ruido y partículas contaminantes; así como la producción de residuos sólidos, líquidos y residuos peligrosos.

Durante esta etapa, la instalación de las obras no implica una afectación directa de los ejemplares de flora y fauna, sin embargo, impide que la fauna se acerque al sitio. No se prevén impactos sobre la flora ya que se colocará un tapial para delimitar el área de trabajo, sin embargo, en los bordes de las obras se prevé que se desarrolle vegetación secundaria.

Para la construcción de las obras se realizarán actividades de excavación, relleno y nivelación, lo cual tendrá un efecto sobre los patrones de escurrimiento e índices de absorción y pautas de drenaje. Asimismo, con las actividades de nivelación se producirá la compactación del suelo.

Las actividades de construcción de las obras conllevan el uso de maquinaria y equipo que implican la emisión de contaminantes y el incremento en los niveles de ruido. También se espera la generación de residuos derivados de la construcción, residuos sólidos y peligrosos por lo que se realizará un manejo adecuado de los residuos que se generen, así como afectaciones en la fauna por la generación de ruido.

En cuanto a los impactos benéficos, tendrán un efecto sobre la economía de la región por la adquisición de insumos y por la generación de empleos.

Impactos en la etapa de operación del proyecto

A medida que avanza el desarrollo de un proyecto, los impactos generados disminuyen, de tal manera que en la etapa de operación los impactos adversos son menores que en las etapas anteriores. En este caso se determinaron 10 impactos para la etapa de operación del proyecto, de los cuales 9 son negativos y uno positivo.

Los impactos negativos están relacionados con el aumento en la generación de residuos sólidos, de manejo especial o peligrosos derivados de las actividades de los inquilinos que ocupen las villas.

Por otra parte, la demanda de energía eléctrica se incrementará con la ocupación de las villas, sin embargo, se contempla el uso de equipos ahorradores.

De la misma forma, se incrementará el consumo de agua cuando se ocupen las villas y las aguas residuales que se generen se conducirán a través de la red de drenaje interno hacia los biodigestores con cisternas que se instalarán.

Los impactos benéficos están vinculados con la generación de empleos, ya que se contratará personal para llevar a cabo las actividades de mantenimiento del condominio.

Matriz de Evaluación de Impactos y de Jerarquización.

Cuadro 10. Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales.

Factor	Impacto	Signo	Consecuencia (C)	Acumulación (A)	Sinergia (S)	Momento o tiempo (T)	Reversibilidad (Rv)	Periodicidad (Pi)	Permanencia (Pm)	Recuperabilidad
Aire	Cambios en la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y producción de gases de efecto invernadero	N	3	1	1	3	1	3	1	
	Cambios en la calidad del aire por la generación de ruido	N	3	3	3	3	1	3	1	
	Cambios en el microclima	N	3	3	3	3	3	1	3	
Topografía	Alteración de las formas del terreno	N	3	3	1	3	1	1	3	
Suelo	Pérdida de suelo	N	3	3	1	3	1	1	3	
	Compactación del terreno	N	3	3	1	3	1	1	3	
Agua	Modificación de corrientes naturales, patrones de absorción y pautas de drenaje.	N	3	3	1	3	1	1	3	
Flora	Cambios en la abundancia de ejemplares de flora, incluidos los de la Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	N	3	3	1	3	3	1	3	
	Reducción de la cobertura vegetal	N	3	3	3	3	3	1	3	
Fauna	Cambios en la abundancia de ejemplares de fauna, incluidos los de la Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	N	3	3	1	3	1	1	1	
	Fragmentación del hábitat de la fauna	N	3	3	3	3	3	1	3	
Residuos	Incremento en el volumen de generación de residuos sólidos urbanos de manejo especial y peligrosos.	N	3	3	1	3	1	3	3	
Demanda de infraestructura de servicios	Aumento en el consumo de agua y de energía eléctrica, generación de aguas residuales.	N	3	3	3	1	1	3	3	
Transporte y flujo de tráfico	Aumento del flujo vehicular	N	3	3	1	3	1	3	3	
Economía	Generación de Empleos y adquisición de insumos	P	3	3	1	3	-	3	3	
Paisaje	Modificación del paisaje	N	3	3	1	3	3	1	3	

Negativo (N), Positivo (P), Significativo (S), No significativo (NS), Despreciable (D)

Cuadro 11. Matriz de Jerarquización.

Factor	Impacto Significativo (S) No significativo (NS) Despreciable (D)	Signo	Índice de incidencia	Significancia
Aire	Cambios en la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y producción de gases de efecto invernadero	N	0.37	NS
	Cambios en la calidad del aire por la generación de ruido	N	0.62	NS
	Cambios en el microclima	N	0.87	S
Topografía	Alteración de las formas del terreno	N	0.62	NS
Suelo	Pérdida de suelo	N	0.50	NS
	Compactación del terreno	N	0.62	NS
Agua	Modificación de corrientes naturales, patrones de absorción y pautas de drenaje	N	0.62	NS
Flora	Cambios en la abundancia de ejemplares de flora, incluidos los de NOM-059-SEMARNAT-2010.	N	0.62	NS
	Reducción de la cobertura vegetal	N	0.87	S
Fauna	Cambios en la abundancia de ejemplares incluidos en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	N	0.37	NS
	Fragmentación del hábitat de la fauna	N	0.87	S
Residuos	Incremento en el volumen de generación de residuos sólidos urbanos de manejo especial y peligrosos.	N	0.62	NS
Demanda de infraestructura de servicios	Aumento en el consumo de agua y de energía eléctrica, tratamiento de aguas residuales	N	0.62	NS
Transporte y flujo de tráfico	Aumento del flujo vehicular	N	0.62	NS
Economía	Generación de Empleos y derrama económica por adquisición de insumos	P	0.37	NS
Paisaje	Modificación del paisaje	N	0.75	S

Negativo (N), Positivo (P), Significativo (S), No significativo (NS), Despreciable (D)

Se analizaron los indicadores de cambio de un total de 11 factores ambientales, los cuales se describieron previamente, así mismo se identificaron 16 posibles impactos potenciales que se pueden generar durante la preparación del sitio, construcción y operación del proyecto Condominio K'iino.

De los 16 impactos potenciales identificados para el proyecto mediante la matriz de evaluación de impactos, 15 son negativos y uno es positivo.

- Directos e Indirectos

En cuanto al efecto de la totalidad de impactos negativos y positivos, todos los impactos se calificaron como directos, por lo que son primarios y son generados directamente por la construcción del proyecto. Los impactos directos se derivan de las actividades de construcción de las obras, ya que se espera la emisión de contaminantes, ruido, los cambios en los índices de absorción y pautas de drenaje, la alteración de la topografía, la pérdida y compactación del suelo, así como la reducción de la cobertura vegetal, la pérdida de individuos de flora, los cambios en la abundancia de la fauna y la fragmentación del hábitat de la fauna. De la misma forma, se producirán impactos directos relacionados con la generación de residuos, la demanda de servicios, el aumento del flujo vehicular, la generación de empleos y la modificación del paisaje.

- Acumulativos.

De la totalidad de los impactos, 15 (93.75 %) se calificaron como acumulativos, ya que el efecto en la ambiente resulta de la suma de los efectos de acciones particulares ocasionados por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o están ocurriendo en el presente. Se clasificaron como impactos acumulativos los relacionados con los cambios en el microclima, la topografía, la pérdida y compactación del suelo, la modificación de patrones de absorción y pautas de drenaje. Asimismo, se calificaron como acumulativos los relativos a la pérdida de ejemplares de flora, la reducción de la cobertura vegetal, los cambios en la abundancia en la fauna, la fragmentación del hábitat, la generación de residuos, la demanda servicios y la modificación del paisaje. Uno de los impactos se calificó como simple y tiene relación con las emisiones de gases y ruido.

- Sinergia.

En lo que se refiere a la sinergia, 5 (31.25 %) se calificaron como sinérgicos, los cuales están relacionados con los cambios en el microclima, la generación de ruido, la reducción de la cobertura vegetal, la fragmentación del hábitat y el aumento en la demanda de servicios.

- Momento, periodicidad y permanencia

En lo que se refiere al momento o tiempo, el 93.75 % (15) de los impactos se manifestarán en un corto plazo. Sólo uno de los impactos tardará en manifestarse, ya que dependerá de la ocupación de las villas del condominio (6.25 %) y está relacionado con el aumento en la demanda de servicios.

En cuanto a la periodicidad, el 37.50 % (6) de los impactos se realizarán de manera reiterativa como son la emisión de contaminantes y ruido, la generación de residuos sólidos, de manejo especial y peligrosos, la demanda de energía eléctrica y de tratamiento de aguas residuales, el aumento del flujo vehicular y la generación de empleos.

Los impactos permanentes (81.25 %, 13) están relacionados con los cambios en la topografía, la pérdida y compactación del suelo, la modificación de los patrones de absorción y pautas de drenaje, la pérdida de individuos de flora, la reducción de la cubierta vegetal, la fragmentación del hábitat de la fauna, el incremento en la generación de residuos, la demanda de servicios, la generación de empleos, el aumento del valor del suelo y la modificación del paisaje.

- Reversibilidad.

El 33.33 % (5) de los impactos se consideran como irreversibles y el 66.67% (10) como reversibles. Los impactos reversibles, los cuales pueden ser asimilados por el medio están relacionados con las emisiones de contaminantes y ruido, las alteraciones a la topografía, al suelo, los cambios en los índices de absorción y pautas de drenaje, los cambios en la abundancia de fauna, el aumento del flujo vehicular, el aumento en la generación de residuos y el aumento en la demanda de servicios. Como irreversibles se calificaron los impactos sobre la flora, la fragmentación del hábitat de la fauna, los cambios en el microclima, así como el impacto sobre el paisaje. El impacto relacionado con los cambios en la abundancia de la fauna se clasificó como reversible a largo plazo. El impacto positivo no se consideró en la evaluación de este atributo.

- Recuperabilidad.

El 46.67% (7) de los impactos negativos se consideraron como irrecuperables y el otro 53.33 % (8) como recuperables. Los impactos irrecuperables están relacionados con los cambios en el microclima, las modificaciones a la topografía, los cambios en los patrones de absorción y las pautas de drenaje, la compactación del suelo, la reducción de la cobertura vegetal, la fragmentación del hábitat y la modificación del paisaje. El resto de los impactos se consideraron como recuperables. El impacto positivo no se consideró en la evaluación de este atributo.

- Índice de incidencia y significancia.

Con relación al Índice de Incidencia y su significancia, del total de impactos negativos que en total fueron 15; 4 fueron significativos y 11 fueron no significativos.

Los impactos negativos significativos fueron:

- Cambios en el microclima
- Reducción de la cobertura vegetal.
- Fragmentación del hábitat de la fauna.
- Modificación del paisaje.

Los no significativos corresponden a:

- Cambios en la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y producción de gases de efecto invernadero.
- Cambios en la calidad del aire por la generación de ruido.
- Alteración de las formas del terreno.
- Pérdida del suelo.
- Compactación del terreno.
- Modificación de corrientes naturales, patrones de absorción y pautas de drenaje
- Cambios en la abundancia de ejemplares de flora, incluidos los de la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Cambios en la abundancia de ejemplares de fauna, incluidos los de la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Incremento en el volumen de generación de residuos sólidos urbanos de manejo especial y peligrosos.
- Aumento en el consumo de agua y de energía eléctrica.
- Aumento del flujo vehicular

En el caso del impacto positivo, se calificó como no significativo y está relacionado con la generación de empleos y la derrama económica por la compra de insumos.

4.2.1 Impactos residuales.

Estos impactos son los que persisten después de la aplicación de medidas de mitigación. Dado que la valoración de los impactos se realizó sin considerar la aplicación de medidas de mitigación, a continuación, se identifican los impactos recuperables (aquellos que con la aplicación de medidas de mitigación por parte del promovente podrán recuperar en la medida de lo posible sus condiciones originales) y los irrecuperables (aquellos que aún y con la aplicación de medidas de mitigación el impacto seguirá presente por lo que deberán aplicarse medidas de compensación). Estos últimos son considerados como impactos residuales puesto que aun y con la aplicación de medidas de mitigación, permanecerán sus efectos. La valoración de irrecuperabilidad de los impactos se realizó

en el entendido de que el proyecto estará causando impactos hasta que se concluyan sus tres etapas: preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento.

Cuadro 12. Capacidad de recuperación de los impactos.

Factor	Impacto	Recuperabilidad	
		Recuperable	Irrecuperable
Aire	Cambios en la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y producción de gases de efecto invernadero	*	
	Cambios en la calidad del aire por la generación de ruido	*	
	Cambios en el microclima		*
Topografía	Alteración de las formas del terreno		*
Agua	Modificación de corrientes naturales, patrones de absorción y pautas de drenaje		*
Suelo	Pérdida de suelo	*	
	Compactación del terreno		*
Flora	Cambios en la abundancia de ejemplares de flora, incluidos los de NOM-059-SEMARNAT-2010.	*	
	Reducción de la cobertura vegetal		*
Fauna	Cambios en la abundancia de ejemplares incluidos en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	*	
	Fragmentación del hábitat de la fauna		*
Residuos	Incremento en el volumen de generación de residuos sólidos urbanos de manejo especial y peligrosos.	*	
Demanda de infraestructura de servicios	Aumento en el consumo de agua y de energía eléctrica, tratamiento de aguas residuales	*	
Transporte y flujo de tráfico	Aumento del flujo vehicular	*	
Paisaje	Modificación del paisaje.		*

De los impactos identificados en el cuadro anterior, ocho impactos son recuperables, es decir el 53.33%, los cuales se pueden reducir con las medidas, y siete impactos son residuales (46.67 %), para estos últimos se deberán proponer medidas de compensación ya que no son recuperables aún con las medidas de mitigación.

En cuanto a los impactos sobre el aire, la remoción de la vegetación tiene un impacto sobre la proporción de calor en el suelo, sobre la absorción y la evaporación de agua, generando alteraciones en el microclima, lo cual no será recuperable, dado que el área en la que se remueva la vegetación será ocupada por las obras.

En cuanto a los impactos relativos a las alteraciones de las formas del terreno, los cambios en los índices de absorción, escurrimiento superficial y pautas de drenaje y la compactación del suelo, se consideraron como residuales y sin posibilidad de medidas de mitigación, dado que se modificarán en la superficie de aprovechamiento. El impacto en el área que se ocupará será permanente e impide que el predio tenga un uso natural sin la aplicación de medidas de restauración.

El impacto relativo a la reducción de la cobertura vegetal será residual, ya que el área donde se removerá la vegetación será ocupada por las obras, lo cual no permitirá que se desarrolle la vegetación. El impacto relativo a la fragmentación del hábitat de la fauna, se producirá al realizar la construcción de obras en una parte del predio, y limitar en cierto nivel el movimiento libre de fauna en el área que ocupan. Lo anterior trae como consecuencia limitar el potencial de los organismos para su dispersión y colonización. Debido a este efecto muchos animales que consumen recursos que se encuentran dispersos no pueden moverse libremente a través del terreno y las especies que dependen de éstos se ven limitadas en su alimentación, ya que no pueden pasar a los hábitats vecinos. Sin embargo, al este el predio se conecta con áreas con vegetación natural que formarán corredores biológicos para el desplazamiento de la fauna.

4.3. DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS POR FACTOR AMBIENTAL.

Para un mejor análisis de los impactos adversos se describirá su efecto sobre los principales factor

Factor Aire

Impacto	Cambios en la calidad del aire por la emisión de contaminantes, partículas de polvo y gases de efecto invernadero.	Signo	Negativo	Factor afectado
Índice de incidencia	0.37	Significancia	No significativo	Características del imp
Actividades generadoras de impacto por etapa				
Preparación del sitio		Construcción		Operación y
Remoción de la vegetación, nivelación e instalación de obras provisionales.		Uso de maquinaria y equipo para la construcción de las obras.		Uso de Gas L Uso de bombas en el cu albe
Descripción del impacto	Durante la preparación del sitio se emitirá CO_2 derivado de la remoción de la vegetación. La vegetal altera el balance del flujo de carbono, ya que con ella se reduce la cantidad de carb por las plantas y se genera la descomposición de la materia orgánica, lo que provoca la emis señalar que el grado de emisión de CO_2 a la atmósfera por la remoción de la vegetación, s biomasa aérea por la descomposición de los tallos de la vegetación, de tal forma que una v de conservación con tallos con gran desarrollo secundario del cambium aporta mucho m vegetación con tallos delgados y de especies que no presentan un crecimiento secunda secundario del cambium). De ahí que el corte de una vegetación pionera de tipo secundario que una selva primaria; el aporte en CO_2 de una selva baja es menor que el de una selva biomasa aérea, etc. (Masera *et al*., 2001). Para el desplante de las obras que se proponen, se aprovechará una superficie 3,655.08 m % del predio, de los cuales 3,621.57 m^2 están cubiertos con vegetación de selva mediana s corresponden a una brecha de terracería existente. Entre la vegetación se registraron l arbustivo y herbáceo. Se registró una abundancia alta de ejemplares en los estratos arbus			

	el estrato arbóreo. La mayoría de los ejemplares registraron diámetros menores a 15 cm adultos fueron afectados con el paso del huracán Wilma, por lo que la vegetación se enc regeneración de los estratos bajos. La estructura de tamaño está dominada por ejemplar arbóreo, la mayoría de los ejemplares están por debajo de los 6.0 m de altura, por lo anterior aérea por la descomposición de los tallos sea baja. Las actividades de remoción de la vege atmósfera. Cabe señalar que en un área de 620.20 m^2 (4.87%) del predio serán utilizados para una Cozumel Country Club que ya cuenta con autorización en materia de impacto ambiental par De tal forma, que la superficie restante, que corresponde a 8,449.33 m^2, que representa destinará para áreas de conservación que seguirán absorbiendo el CO_2, mitigando parte de la por la remoción de la vegetación. En esta superficie están incluidas las áreas sin cobertura v (111.05 m^2) por lo que serán reforestadas con especies nativas propias de selva mediana s se integrarán a las áreas de conservación. Durante las actividades de preparación del sitio y construcción se espera la generación contaminantes como CO, NOx, SO_2 e hidrocarburos derivados del uso de la maquinaria, dispersados por el viento. También se generará un gas de efecto invernadero como es e generen serán dispersados por el viento y las medidas de mitigación permitirán disminu acciones de mantenimiento preventivo, sin embargo, este impacto se calificó como no signi Durante la operación del proyecto, se prevé generar emisiones de gases de efecto inverna de gas LP en las villas, sin embargo, estos serán dispersados por el viento y los tanques c recibirán mantenimiento preventivo. También se espera la emisión de gases contaminantes de las bombas que es utilicen en los cuartos de máquinas de las albercas.

Impacto	Cambios en la calidad del aire por la generación de ruido.	**Signo**	**Negativo**	**Factor afectado**
Índice de incidencia	0.62	Significancia	No significativo	Características del impacto
Actividades generadoras de impacto por etapa				

Preparación del sitio	Construcción	Operación
Uso de maquinaria durante la remoción de vegetación del predio, nivelación e instalación de obras provisionales.	Uso de maquinaria y equipo durante las actividades de construcción de las obras	Presencia de person
Descripción del impacto	Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se espera generar ruido derivad maquinaria, así como por la presencia de personal y el que se genere por el incremento de ruido producido durante estas actividades se consideró como no significativo, ya que será te medidas de mitigación para disminuir el impacto. Este impacto se consideró como acumulativo ya que se sumará al ruido que se genere dur vialidad en el predio y de los desarrollos cercanos del Plan Maestro. También se conside tendrá efectos sobre la conducta de la fauna, causando su desplazamiento hacia otras área Como parte de las medidas de mitigación, se mantendrá la maquinaria y equipo en buenas respeten los niveles máximos de ruido permitidos según las normas oficiales mexicanas. Durante la operación del proyecto cuando se ocupen las villas, los inquilinos generarán ru existente en la zona, por el tránsito de vehículos en la Carretera Costera Norte, el que se pr queda dentro del predio, en los proyectos en construcción del Plan Maestro Cozumel Cour los hoteles y condominios ubicados frente al plan maestro. La vegetación que se mantendrá en el predio reducirá el ruido hacia el exterior, sin embargo, la vialidad autorizada al Plan Maestro, la cual tendrá un flujo vehicular continuo, lo cual tamb conducta de la fauna. Se prevé que la fauna no tolerante a sitios perturbados se mantenga a con vegetación dentro del sistema ambiental.		

Impacto	Cambios en el microclima	Signo	Negativo	Factor afectado
Índice de incidencia	0.87	Significancia	Significativo	Características del impacto
Actividades generadoras de impacto por etapa				
Preparación del sitio		Construcción		Operación

Remoción de la vegetación del predio		
Descripción del impacto	La remoción de la vegetación natural en grandes superficies tiene un impacto sobre la pro sensible de la radiación solar incidente en una determinada zona (Goel y Norman, 1992:1 equilibrio energético propicia cambios en el microclima local y regional los cuales, a su vez, de superficie, generando problemas de desertificación, pérdida de nutrientes en el suel producción biológica y cambios en los procesos hidrológicos a nivel de cuenca Este impacto se producirá durante la preparación del sitio, ya que se realizarán actividades de vegetación altera la humedad y la temperatura del sitio. Para el proyecto se requiere rem superficie total de 3,621.57 m^2, que representa el 28.46 % del predio, y se ocupará una sup brecha existente. La superficie en la que se removerá la vegetación representa el 0.08% del se considera mínimo. Cabe señalar que ya estaba previsto el desarrollo de este lote desde Maestro Cozumel Country Club en el año 1999. Mientras que la superficie que se destinará como conservación (8,449.33 m^2), un área de 8, con vegetación de selva mediana subperennifolia y una superficie de 111.05 m^2 corres terracería que será reforestada. Este impacto será reducido con el mantenimiento de las ár	

Factor. Topografía

Impacto	Alteración de las formas del terreno	Signo	Negativo	Factor afe
Índice de incidencia	0.62	Significancia	No significativo	Característi impact
Actividades generadoras de impacto por etapa				
Preparación del sitio		Construcción		Operaci

Movimiento de tierra durante las actividades de remoción de la vegetación	Movimiento de tierras, actividades de excavación y nivelación del área que será ocupada por las obras.	
Descripción del impacto	Las actividades de preparación del sitio y construcción de las obras causarán cambios e realizarán actividades de nivelación y excavación para la construcción de las obras. Para el proyecto se ocupará para las obras una superficie de aprovechamiento de 3,655. se modificará la topografía en dicha superficie, que representa el 28.73 % del predio, ambiental, lo cual se considera mínimo. Cabe señalar que en un área de 620.20 m^2 (4.87%) del predio serán utilizados para una Cozumel Country Club que ya cuenta con autorización en materia de impacto ambiental p De tal forma, que la superficie restante, que corresponde a 8,449.33 m^2, que representa destinará para áreas de conservación donde se mantendrá la vegetación de Selva Medi áreas que serán reforestadas.	

Factor. Suelo

Impacto	Pérdida de suelo	Signo	Negativo	Factor afectado
Índice de incidencia	0.50	Significancia	No significativo	Características de impacto
Actividades generadoras de impacto por etapa				
Preparación del sitio		Construcción		Operación
Actividades de despalme de la vegetación.				
Descripción del impacto	Durante las actividades de desmonte, se removerá la vegetación y el suelo en el área de pérdida y la degradación del suelo de la superficie que se afectará.			

	Se removerá el suelo en la superficie de remoción de la vegetación, que corresponde a 3,6 el 28.46 % del predio, y el 0.08 % del sistema ambiental, lo cual se considera mínimo. En serán utilizados para el proyecto, corresponden a una brecha existente, donde se removi construida. Para aminorar este impacto se contempla realizar el rescate del suelo del área d cribadora para separar el material. Posteriormente, este será utilizado en las áreas de refore

Impacto	Compactación del terreno	Signo	Negativo	Factor afec
Índice de incidencia	0.62	Significancia	No significativo	Característic impact
Actividades generadoras de impacto por etapa				
Preparación del sitio		Construcción		Operaci
Actividades de desmonte		Nivelación de las áreas que sean ocupadas por las obras		Tránsito v
Descripción del impacto	Las actividades de desmonte y nivelación del área que será ocupada por las obras de las características del terreno por compactación, esto derivado del paso de la ma Este impacto se producirá en una superficie 3,655.08 m^2, que equivale al 28.73 % d lo cual se considera mínimo. Cabe señalar que en un área de 620.20 m^2 (4.87%) del predio serán utilizados p Maestro Cozumel Country Club que ya cuenta con autorización en materia de im construcción. De tal forma, que la superficie restante, que corresponde a 8,449.33 m^2, que represe se destinará para áreas de conservación donde se mantendrá la vegetación de Selva y las áreas que serán reforestadas.			

Factor. Agua

Impacto	Modificación de corrientes naturales, patrones de absorción y pautas de drenaje	Signo	Negativo	Factor afe
Índice de incidencia	0.62	Significancia	No significativo	Característi impact
Actividades generadoras de impacto por etapa				
Preparación del sitio		Construcción		Operaci
Actividades de desmonte		Actividades de nivelación y construcción de las obras.		
Descripción del impacto	Este impacto será ocasionado al llevar a cabo las actividades de nivelación y construcció de lo anterior, se modificarán los índices de absorción y pautas de drenaje en una superf equivale al 28.73 % del predio, y el 0.08 % del SA. En los andadores peatonales y el estacionamiento, se considera el uso de materiales perm ello la infiltración del agua. Los edificios de las villas contarán con bajantes pluviales con de los sólidos, los cuales se conducirán el agua pluvial hacia las áreas de conservación, recarga del acuífero. En las áreas de conservación se mantendrán los patrones de absorción y pautas de condiciones. Se destinará una superficie de 8,449.33 m^2, que representa el 66.40 % de conservación donde se mantendrá la vegetación de selva mediana subperennifolia y las á Se considera una superficie de 9,363.91 m^2 (73.59 %) como área permeable, que incluye la y reforestadas (8,449.33 m^2), la superficie que ocuparán los andadores peatonales (549.2 a base de arena compactada; y del estacionamiento (365.29 m^2), que será hecho a base			

	La construcción de los edificios de las villas no alterará el flujo de agua subterránea, dad las obras se realizará con zapatas sobre el nivel del suelo natural, sin embargo, la determinada de acuerdo con los resultados que se obtengan del estudio de mecánica d excavaciones requeridas para las albercas y los biodigestores y cisternas, se realizar desplante y 1.0 m debajo del nivel de suelo natural, sin embargo, no llegarán al manto freá a una profundidad de 3.90 a 5.85 m, por lo que no se afectará el flujo de agua subterránea

Factor: Flora

Impacto	Cambios en la abundancia de ejemplares de flora incluidos en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	Signo	Negativo	Factor afe
Índice de incidencia	0.62	Significancia	No significativo	Característi impact
Actividades generadoras de impacto por etapa				
Preparación del sitio		Construcción		Operaci
Actividades de remoción de la vegetación				
Descripción del impacto	El predio donde se pretende establecer el proyecto cuenta con una superficie de 12,724. una superficie de 11,959.85 m^2 con vegetación de Selva Mediana Subperennifolia y 14 existente, 620.20 m^2 cuentan con vegetación de selva pero ya están autorizados para apro del plan maestro. Para el proyecto se ocupará para las obras una superficie de aprovechamiento de 3,655.(28.73 % del predio. Se requiere realizar la remoción de la vegetación en una superfic representa el 28.46 % del predio, y el 0.08% del sistema ambiental, lo cual se considera			

	donde se desplantará el proyecto corresponde a selva mediana subperennifolia en estado fue impactada por el paso del huracán Wilma en 2005. Entre la vegetación se registraron los tres estratos: arbóreo, arbustivo y herbáceo. Se regi de ejemplares en los estratos arbustivo y herbáceo, y baja en el estrato arbóreo. La ma registraron diámetros menores a 15 cm, ya que los ejemplares adultos fueron afectados Wilma, por lo que la vegetación se encuentra en un proceso de regeneración de los estra de tamaño está dominada por ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo, la mayoría de l debajo de los 6m de altura. Para minimizar el impacto sobre los ejemplares que se afectarán por las actividades de des a las actividades del proyecto se realizará el rescate de los ejemplares de flora que sean cuales posteriormente serán incorporados a las áreas reforestadas del proyecto. Este impacto está relacionado con la afectación de especies bajo alguna categoría de riesg algunos ejemplares de Palma nacax (*Coccothrinax readii*), sin embargo, se considera da esta especie y llevar su monitoreo. Una superficie de 8,449.33 m^2, que representa el 66.40 % del predio, se destinará para donde se mantendrá la vegetación de Selva Mediana Subperennifolia y las áreas que será áreas se preservará la flora y fauna y los servicios ambientales y características prop ecosistema provee. Las áreas de conservación del predio, se conectarán al este con zona formando corredores biológicos para el desplazamiento de la fauna.

Impacto	Reducción en la cubierta vegetal	Signo	Negativo	Factor afectado
Índice de incidencia	0.87	Significancia	Significativo	Características de impacto

Actividades generadoras de impacto por etapa				
Preparación del sitio		Construcción		Operación y
Actividades de remoción de la vegetación				
Descripción del impacto	El área de influencia o Sistema ambiental del proyecto presenta un estado de conservación a de su superficie está cubierto con vegetación en estado natural (selva mediana subperennifoli El SA presenta un 8.37% de su superficie con un grado de conservación medio, mismo que c secundaria, matorral costero, playa arenosa y cuerpos de agua. 15.54% del SA presenta un bajo, determinado por la presencia del uso urbano construido, vialidad, brechas y caminos vegetación, y áreas se vegetación aparente. Y un 76.09% presenta un grado de conservación de selva mediana subperennifolia, vegetación manglar y cuerpos de agua. El predio donde se pretende establecer el proyecto cuenta con una superficie de 12,724.61 m superficie de 11,959.85 m^2 con vegetación de Selva Mediana Subperennifolia y 144.56 m^2 d 620.20 m^2 cuentan con vegetación de selva pero ya están autorizados para aprovechar pa maestro. Para el proyecto se ocupará para las obras una superficie de aprovechamiento de 3,655.0 28.73 % del predio. Se requiere realizar la remoción de la vegetación en una superficie de 3,62 el 28.46 % del predio, y el 0.08% del sistema ambiental, lo cual se considera mínimo. L desplantará el proyecto corresponde a selva mediana subperennifolia en estado de reg impactada por el paso del huracán Wilma en 2005. Entre la vegetación se registraron los tres estratos: arbóreo, arbustivo y herbáceo. Se registró ejemplares en los estratos arbustivo y herbáceo, y baja en el estrato arbóreo. La mayoría de lo diámetros menores a 15 cm, ya que los ejemplares adultos fueron afectados con el paso de que la vegetación se encuentra en un proceso de regeneración de los estratos bajos. La es dominada por ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo, la mayoría de los ejemplares están altura. El estrato arbóreo fue el más rico en especies, seguido del arbustivo y el herbáceo, l un proceso de regeneración regular, derivado de impactos naturales y antrópicos. Se con distribución específica regularmente homogénea, lo cual se puede inferir como una masa ar posterior a impactos severos.			

	El predio se dividirá en dos secciones, donde queden las obras y donde se mantengan las á que cambiará la distribución de la fauna por las actividades del proyecto. Se espera que eventu por las áreas de conservación que están aledañas a las obras. Se producirá un efecto de borde en las orillas de la vegetación que quedará junto a las obr distribución y abundancia de las especies, cambiando la estructura de la vegetación y, por ta para la fauna. Estos cambios afectan ante todo las especies del interior del ecosistema que que pueden ser desplazadas por las especies de espacios abiertos, que encuentran en el nu más favorables para su supervivencia y reproducción. En el predio no se detectaron especies flora, por lo que habrá que verificar se mantenga esta condición durante el proyecto, para evi especies de flora nativas. La superficie que se mantendrá con vegetación original y áreas reforestadas (8,449.33 m^2) qu se destinará para áreas de conservación. En estas áreas se preservará la flora y fauna y los características propias del hábitat que este ecosistema provee. Las áreas de conservación c al este con zonas con cobertura vegetal formando corredores biológicos para el desplazami 1). Con el fin de verificar las condiciones del hábitat en cuanto a la flora, durante las actividades realizar un monitoreo anual de sus condiciones ambientales, durante la etapa de construcció años de operación.

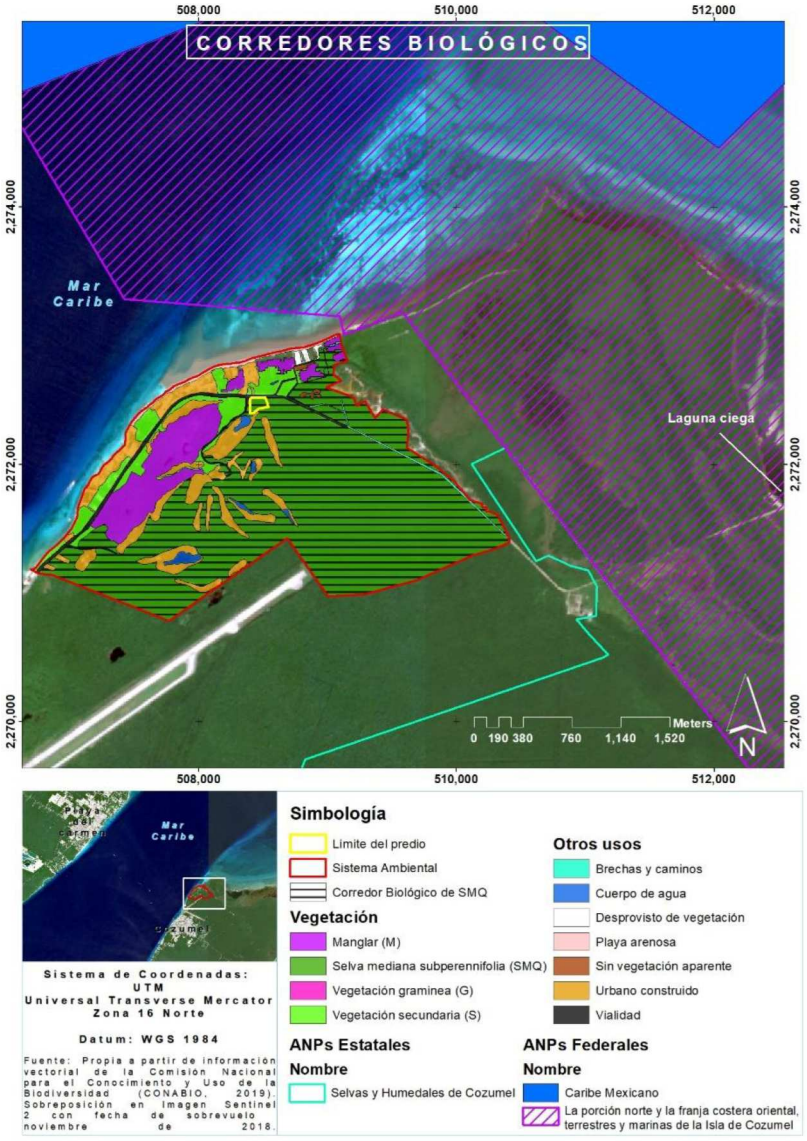


Figura 1. Se muestra los corredores biológicos que se formarán con la vegetación del sistem
a su vez están cercanos al ANP Federal y Estatal.

Factor fauna

Impacto	Cambios en la abundancia de ejemplares de fauna incluidos en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	Signo	Negativo	Factor afe
Índice de incidencia	0.37	Significancia	No significativo	Característi impact
Actividades generadoras de impacto por etapa				
Preparación del sitio		Construcción		Operaci
Actividades de remoción de la vegetación		Construcción de las obras		Activida
Descripción del impacto	De acuerdo con la Caracterización de Fauna terrestre realizada en el área de estudio, se r especies pertenecientes a cuatro grupos faunísticos: anfibios, reptiles aves y mamíferos El grupo más abundante correspondió al de las aves con un total de 61 especies registrad reptiles con 12 especies, posteriormente mamíferos con 9 especies, y finalmente, 6 espec La baja perturbación en lo que corresponde al área de selva mediana ha permitido tener u de vertebrados, y en especial de especies migratorias y endémicas tanto de la Península propia Isla de Cozumel. La presencia de especies que requieren zonas conservadas y arb noche (*P. flavus*) y el Tigrillo (*L. wiedii*), es un buen indicador del estado de conservaci estudio. La zona de selva mediana no ha sufrido impactos importantes que afecten su fu que en ella se observan especies que ocupan el sitio para alimentación, refugio y reprodu Este impacto ocurrirá desde el inicio de actividades, ya que se prevé que la fauna se des con vegetación ante la presencia del personal.			

La capacidad de movilidad de las especies ante una perturbación varía de acuerd morfológicas y físicas. Algunas especies altamente móviles, como aves y mamífer relativamente rápido a sitios con mejores condiciones; sin embargo, su traslado también con que se producen los cambios en el ambiente.

Los anfibios y reptiles, por su condición ectotérmica, son más susceptibles a cambios en temperatura, fuerza y dirección del viento y humedad (Mandujano *et al*., 2008). Esto difi sitios perturbados, sin embargo, algunas especies principalmente del trópico son tolera desarrollado respuestas adaptativas para evitar las altas temperaturas del día; cada grup tolerancia térmica, adaptación conductual y fisiológica. Esto permite a los anfibios y reptil en el borde o en el interior de un bosque y en ambientes fragmentados, respondiendo maneras a los cambios en el microhábitat (Gómez, 2007).

Para aminorar el impacto sobre las especies registradas u otras que pueden utilizar el manera previa a iniciar las actividades de remoción de la vegetación, se lleven ahuyentamiento para que las especies de fauna presentes en las áreas de aprovechami las áreas de conservación del predio o del sistema ambiental. En el caso de registrar fauna o que no pueda moverse, así como nidos, se llevarán acciones de rescate y reubica Programa de Rescate de Fauna que se anexa a esta MIA-P.

Este impacto está relacionado con la afectación a especies en alguna categoría de identificaron 12 especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de las cuales tres aves y 3 de mamíferos.

En el área de estudio se registraron 9 especies de mamíferos, de los cuales tres están en SEMARNAT-2010 y corresponden al tigrillo (*Leopardus wiedii*), el mico de noche (*Potos* Cozumel (*Procyon pygmaeus*).

En el caso del tigrillo (*Leopardus wiedii*), se registró al interior del predio, donde se desar mediana subperennifolia. Es importante considerar que el proyecto mantendrá como área 66.40 % de su superficie que quedará alrededor de las obras, la cual se conectará con

este, que servirá de corredor natural para esta especie de gran desplazamiento. El ámb
hasta 15,9 km^2 (Oliveira, 1998)[1]. En México el ámbito se estima en 1 a 4.1 km^2 (Carvajal-V

El mico de noche (*P. flavus*) habita en selvas tropicales y se alimenta de flores, insectos, n
Tiene hábitos nocturnos y se la pasa en la copa de los árboles. Para esta especie el tamañ
varía desde entre 10 y 50Ha, siendo las áreas de los machos ligeramente más grand
además, las distancias nocturnas recorridas promedian los 2 Km y su densidad ha sid
ind/km, lo cual estaría relacionado con la producción de frutos de los bosques (Pac
organismos podrán desplazarse eventualmente a sitios aledaños, pero pudiendo regre
cuando concluyan las afectaciones puntuales del proyecto.

En tanto que los mapaches de Cozumel (*Procyon pygmaeus*), viven en diferentes hábitats,
asociados a cuerpos de agua permanente. Son habitantes comunes y abundantes en zo
costeras, y se les puede encontrar en la selva. Para el mapache de Cozumel, la informac
áreas de actividad se basa en datos preliminares, donde se estima un área de activida
(Cuarón *et al*., 2009). El tamaño de áreas de actividad de los individuos en promedio e
acuerdo con un estudio realizado en la zona norte de la Isla Cozumel, que incluyó mu
Maestro Cozumel Country Club (Lara-Godínez, 2018) [4].

De acuerdo con lo anterior, y considerando se mantendrá la mayor parte de la selva del p
con áreas de manglar y zonas inundables del Plan Maestro se conservará el hábitat de es
hábitats poseen los recursos suficientes para cubrir las necesidades de esta especie (Figu
esta especie se distribuye hacia las zonas de humedales del Área de Protección de Flora
y la Franja Costera Oriental, terrestres y marinos de la Isla Cozumel y de la Reserva Estat
Selvas y Humedales de Cozumel.Para la etapa de operación se preve continuen util
eventualmente puedan utilizar las áreas de conservación del predio, lo cual se podrá ve
anuales que se realicen.

[1]OLIVEIRA, T. G. (1998). *Leopardus wiedii*. Mammalian species. En: VALLEJO, A. F. y CARRIÓN B. C. 2017. *Leopardus wiedii*. Mu
Universidad Católica del Ecuador. https://bioweb.bio/faunaweb/mammaliaweb/FichaEspecie/Leopardus%20wiedii, acceso 21 de may
[2]CARVAJAL-VILLAREAL, S., CASO, A., DOWNEY, P., MORENO, A., TEWES, M. E., GRASSMAN JR, L. I. 2012. Leopardus wied
VALLEJO, A. F. y CARRIÓN B. C. 2017. *Leopardus wiedii*. Museo de Zoología, Pontificia Universidad
https://bioweb.bio/faunaweb/mammaliaweb/FichaEspecie/Leopardus%20wiedii, acceso 21 de mayo de 2020.
[3]PACHECO V. 2011. Estudio de Especies CITES de Carnívoros Peruanos. Informe Final. Ministerio de Ambiente. p.157
[4]LARA-GODÍNEZ. 2018. Áreas de actividad, patrones de actividad y estimación poblacional del mapache pigmeo en Cozumel, Quintan
Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación.

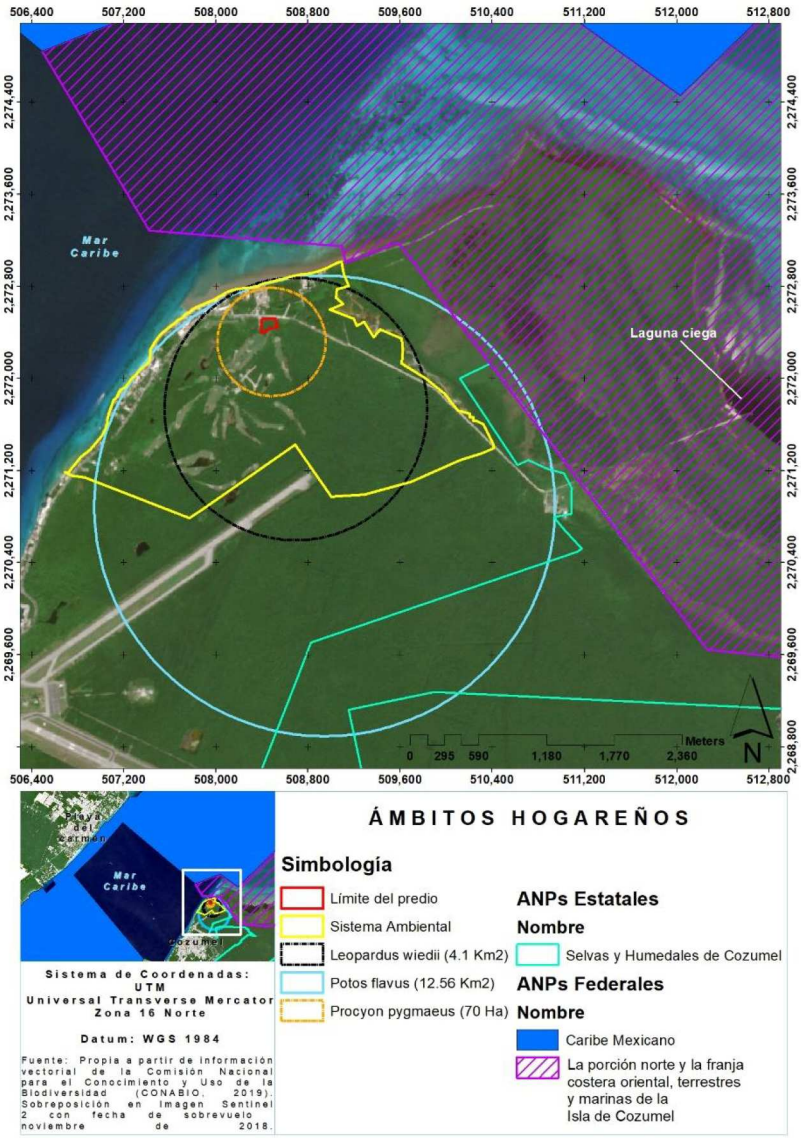


Figura 2. Se muestra el ámbito hogareño de los mamíferos registrados en el predio, que
NOM-059-SEMARNAT-2010. La superficie está trazada solo para visualización, se gen
reportados para ambas especies. Se muestra la cercanía con las ANP´s Federa

En el área de estudio se registraron 23 especies de aves, de las cuales 22 son migrator
cuales hacen uso de las diferentes zonas del predio como sitio de alimentación y refugio
tres especies que están enlistadas en la Modificación del Anexo Normativo III, Lista de E
NOM-059-SEMARNAT-2010, que corresponden al Loro frente blanco (*Amazona albifron*
(*Eupsittula nana*) y el Vireo de Cozumel (*Vireo bairdi*).

Cabe destacar que el alto porcentaje de especies migratorias demuestra que el área
importantes condiciones para alimentación y refugio a estas aves en sus condiciones actu

En el caso de las aves se prevé que cuando inicien las actividades del proyecto, debido a s
rápidamente de un sitio a otro, se espera que los ejemplares que pudieran estar en la zo
migren a las zonas de conservación del mismo predio e incluso de las zonas aledañas que
de vegetación con la del predio, para que cuando cesen las actividades de preparación y c
puedan regresar a utilizar el hábitat. Las especies que sean más tolerantes a la pert
permanezcan durante todas las etapas del proyecto en el sitio.

Se registraron 12 especies de reptiles, de los cuales 6 especies están enlistadas en la NOM
y corresponden al Gecko de la Isla San Jorge (*Aristelliger georgeensis*), la iguana rayada
Iguana verde (Iguana iguana), la Culebra acuática (*Thamnophis proximus*), el Cocodrilo
moreletii) y la Tortuga pecho quebrado (*Kinosternon scorpioides*).

El hábitat de *A. georgeensis* es costero, habita en las paredes de construcciones cercana
de troncos y palmeras o bajo la corteza de estos (Lee, 1980, 1996). Se encuentran en ambi
o con palmas de coco. Estas últimas son el refugio principal en lugares donde no hay cons
se registró en el área de influencia en zonas abiertas, por lo que se espera que con las act
desplacen hacia las zonas con vegetación alrededor del campo de golf y utilicen las pal
que no se verá afectado el hábitat de esta especie. Además, que en el predio se mante
cubierto con la vegetación de selva mediana subperennifolia, que también podrá ser utiliz

En el caso de la iguana rayada (*Ctenosaura similis*), que está en la categoría de ame
adaptada a sitios perturbados, por lo que se adecúan fácilmente a los cambios y se
diferentes sitios. Durante la construcción del proyecto se prevé que se trasladen hacia la
mientras que en la operación se prevé que ocupen las áreas de conservación del condom

La Iguana verde (*Iguana iguana*) habita en selvas tropicales y manglares, generalmen
troncos o ramas de árboles caídos sobre o cerca del agua. Esta especie se registró en el
de un cuerpo de agua del campo de golf. Con las actividades del proyecto, se espera qu

ocupando estas zonas, por lo que no se verá afectado el hábitat de esta especie. Ad
mantendrá en su mayor parte cubierto con la vegetación de selva mediana subperennifolia
utilizada por esta especie.

Con respecto a la Culebra acuática (*Thamnophis proximus*), esta se encuentra siempre ce
ya sean permanentes o temporales. Acostumbra ocupar las orillas de estos cuerpos de a
que le ofrece refugio y alimentación. Esta especie se registró en el área de influencia, cerc
del campo de golf. Con las actividades del proyecto, se espera que esta especie continúe
por lo que no se verá afectado el hábitat de esta especie.

En el caso del Cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*), habita en cuerpos de agua co
o humedales y lagunas. Los ejemplares registrados se encontraron en el área de influenc
del campo de golf del Plan Maestro. Con las actividades del proyecto, se espera que
ocupando estas zonas, por lo que no se verá afectado el hábitat de esta especie.

En cuanto a la Tortuga pecho quebrado (*Kinosternon scorpioides*), esta habita en cuerpo
semipermanentes y temporales. Esta especie se registró en el área de influencia, cerca d
campo de golf. Con las actividades del proyecto, se espera que esta especie continúe ocu
lo que no se verá afectado el hábitat de esta especie. Además, que el predio se mante
cubierto con la vegetación de selva mediana subperennifolia, que también podrá ser utiliz

En el área de estudio se registraron 6 especies de anfibios. Ninguna de las especies r
enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como ninguna se considera endémica.

Pero se registraron dos especies de importancia ecológica como la Rana arborícola trom
la Rana chirriadora de invernadero (*E. planirostris*) con el mayor índice de importancia
indicadoras potenciales de que el hábitat presenta un buen estado de conservación, ya
sensibles a los cambios y perturbaciones en la vegetación. Estas especies se registraron
de influencia, estas habitan en ambientes húmedos como bajo troncos caídos, pastizales hu

Para aminorar el impacto de las actividades del proyecto en las especies enlistadas en la
2010, y las demás especies registradas en el predio, se aplicarán las medidas de prote
Capítulo VI de la MIA-P y en Programa de Rescate de Fauna.

En el predio se mantendrá una superficie de 8,449.33 m^2 que representa el 66.40% como
que proveerán sitios de refugio, alimentación y reproducción a la fauna que se registró,
podrán moverse para continuar utilizando esta área como hábitat. Las áreas de cons

	conectarán al este con zonas con cobertura vegetal formando corredores biológicos para fauna.

Impacto	Fragmentación del hábitat para la fauna	Signo	Negativo	Factor afectado
Índice de incidencia	0.87	Significancia	Significativo	Características d impacto
Actividades generadoras de Impacto por etapa				
Preparación del sitio		Construcción		Operación
Actividades de remoción de la vegetación		Construcción de las obras		
Descripción del impacto	De acuerdo con la Caracterización de Fauna terrestre realizada en el área de estudio, se re especies pertenecientes a cuatro grupos faunísticos: anfibios, reptiles aves y mamíferos (ter grupo más abundante corresponde al de las aves con un total de 61 especies registradas, seg con 12 especies, posteriormente mamíferos con 9 especies, y finalmente, 6 especies de anfib La baja perturbación en lo que corresponde al área de selva mediana ha permitido tener una vertebrados, y en especial de especies migratorias y endémicas tanto de la Península de Yu Isla de Cozumel. La presencia de especies que requieren zonas conservadas y arboladas, co *flavus*) y el Tigrillo (*L. wiedii*), es un buen indicador del estado de conservación que tiene el a de selva mediana no ha sufrido impactos importantes que afecten su funcionalidad ecol observan especies que ocupan el sitio para alimentación, refugio y reproducción. Para el proyecto se ocupará para las obras una superficie de aprovechamiento de 3,655.0 28.73 % del predio. Se requiere realizar la remoción de la vegetación en una superficie de 3,62 el 28.46 % del predio, y el 0.08% del sistema ambiental, lo cual se considera mínimo. L desplantará el proyecto corresponde a selva mediana subperennifolia en estado de re impactada por el paso del huracán Wilma en 2005.			

Las obras quedarán principalmente en la sección norte y oeste del predio, ya que los edificios c en forma de L pero no se unirán, aunque estarán unidos por los andadores peatonales. Tamb al centro (albercas, palapa de amenidades y andadores peatonales de arena compactada) ocupar una sección con vegetación de selva mediana subperennifolia que podrá ser utilizada los costados de los edificios y entre los andadores peatonales se dejarán áreas con vegeta ser utilizadas por la fauna tolerante a las perturbaciones.

El impacto relativo a la fragmentación del hábitat de la fauna, se producirá al realizar la co debido a que se dividirá el predio en dos secciones, una donde estarán las obras y la otra que con vegetación, lo que limitará en cierto nivel el movimiento libre de fauna en el área que como consecuencia limitar el potencial de los organismos para su dispersión y colonizació muchos animales que consumen recursos que se encuentran dispersos no pueden moverse terreno y las especies que dependen de éstos se ven limitadas en su alimentación, ya que hábitats vecinos.

La baja perturbación que presenta el predio en el área de selva mediana ha permitido tener u de vertebrados, y en especial de especies migratorias y endémicas tanto de la Península de Yu Isla de Cozumel. La vegetación del predio fue impactada por el paso del huracán Wilma en 2 y tamaño de los ejemplares, sin embargo, no ha sufrido impactos importantes que afecten su ya que se observaron especies que la utilizan para su alimentación, refugio y reproducción.

En el predio se mantendrán áreas de conservación en el 66.40 % del predio, que prov alimentación y reproducción a la fauna que se registró, y donde los ejemplares podrán utilizando esta área como hábitat, ya que se preservarán los recursos necesarios para su s conectarán al este con otras áreas con vegetación. En la figura 3 se muestran las áreas con desplazarse la fauna.

Se tomarán las medidas necesarias para reducir las afectaciones a la flora y la fauna, g mantenimiento del ecosistema y que continúe prestando sus servicios ambientales.

En cuanto a presencia de fauna feral, se observó un perro (*Canis familiaris*) en la zona del ca debe verificarse ya que puede convertirse en un factor que influya en la composición y abunc de fauna silvestre, especialmente ante la presencia de personal y habitantes en el sitio.

Las áreas de conservación con vegetación natural del proyecto se conectarán con las áreas c del Sistema Ambiental, y de esta forma la permanencia de los procesos biológicos locale movilidad entre el sitio y la vegetación circundante, así como la disponibilidad de refugio y

	verificar la distribución de la fauna durante las actividades del proyecto, se propone realizar u organismos durante la etapa de construcción y en los primeros cinco años de operación.

Figura 3. Se muestran las áreas de conservación donde podrá desplazarse l

Factor: Residuos

Impacto	Incremento en el volumen de generación de residuos sólidos urbanos de manejo especial y peligrosos.	Signo	Negativo	Factor afe
Índice de incidencia	0.62	Significancia	No significativo	Característi impact
Actividades generadoras de impacto por etapa				
Preparación del sitio		Construcción		Operaci
Actividades de desmonte de la vegetación e instalación de obras provisionales, presencia de personal		Construcción de las obras		Operación villas, las a amenidade áreas de ser andac
Descripción del impacto	Durante las actividades de preparación del sitio y construcción, se generarán residuos sóli vegetal, restos de madera, metales ferrosos, pedazos de tubos de PVC, los cuales se específicos dentro del predio ubicados en las áreas destinadas para obras provisionales. los materiales ferrosos y los tubos de PVC serán entregados a empresas encargadas de s El material vegetal derivado de las actividades de desmonte será dispuesto en un sitio pa corte y triturado con una trituradora marca Vermeer. El material triturado que se obteng áreas de reforestación. De la misma forma, se espera generar residuos derivados del consumo de alimentos por p tanto de tipo orgánico como inorgánico como restos de alimentos, empaques, recipi desechables. Estos residuos serán acopiados en contenedores con tapa ubicados en el á y serán trasladados al relleno sanitario. Los residuos que sean susceptibles de recic entregados a una empresa encargada de su reciclaje.			

También se espera generar residuos de manejo especial como escombro y pedacería de
de construcción, los cuales serán trasladados al sitio de disposición final que indique la au

En cuanto al manejo de aguas residuales, se utilizarán sanitarios portátiles a razón de 1 p
los cuales recibirán limpieza cada tercer día por parte de la empresa arrendadora, quien s
y disposición final de las aguas residuales. Se verificará que dicha empresa cuente
correspondientes.

Los residuos peligrosos que se generen durante la construcción del proyecto, serán separ
tipo y colectados en contenedores debidamente etiquetados, serán almacenados en un s
para su posterior entrega a una empresa autorizada en su manejo.

En la operación del proyecto, los residuos sólidos que generen en la palapa de amenid
condominio serán acopiados y separados en contenedores. Posteriormente, estos serán
basura del proyecto en las cámaras de acuerdo con su tipo, y dispuestos mediante el serv
Los residuos que sean susceptibles de reciclaje serán separados y entregados a una em
reciclaje.

En cuanto al manejo de aguas residuales que se generen las villas y palapa de amenidad
través de la red de drenaje interno hacia los biodigestores que se instalarán donde
adecuado. El agua tratada será almacenada en cisternas, donde será clorada y po
cumplimiento de la normatividad aplicable.

Se espera generar residuos de manejo especial como aceite quemado y pilas alcalinas
quemado que genere en la palapa de amenidades se entregará en los programas de rec
municipio y las pilas alcalinas se almacenarán en un tambo, y se entregarán a una em
manejo y/o se entregarán al Municipio.

También se espera generar un volumen muy bajo de residuos peligrosos durante las activi
de las instalaciones. Los residuos peligrosos se recolectarán en contenedores específicos d
y serán entregados a una empresa autorizada para su manejo.

De acuerdo con lo anterior, se realizará un manejo adecuado de los residuos que se gen
establecido en el Programa Integral de Manejo de Residuos anexo a la presente MIA-P co
impactos de generación de estos residuos sobre el ambiente.

	En el proyecto se prevé realizar la separación de los residuos reciclables, reutilizar los q ello y reducir el consumo de productos con embalajes, con el fin de adoptar buenas pr coadyuven con la reducción del volumen de generación de residuos, lo que a su vez reducir sobre el sitio de disposición final de residuos.

Factor: Demanda de infraestructura de servicios

Impacto	Aumento en la demanda de servicios de energía eléctrica y demanda de agua, tratamiento de aguas residuales	Signo	Negativo	Factor afec
Índice de incidencia	0.62	Significancia	No significativo	Característic impacto
Actividades generadoras de Impacto por etapa				
Preparación del sitio		Construcción		Operació
---		---		Uso de agua
Descripción del impacto	En relación con la demanda de energía eléctrica, se realizará la conexión a la red de sumi la Comisión Federal de Electricidad y para reducir su consumo se contempla el uso de más eficientes. Para la etapa operativa, el suministro de agua del proyecto será por medio de la cisterna g el Plan Maestro, la cual tiene una capacidad de 212,000.0 L y está ubicada en el edificio cual se canalizará dicha agua por tubería instalada en la berma de servicios de las vialid predio y de ahí se distribuirá por una red interna a las cisternas de cada edificio. Para la operación del proyecto se requiere de un volumen de agua potable de 18,688.00 m y 2,496.60 $m^{3/}$año para las albercas, que suman un volumen total de 21,184.60 m^3/año, que			

	De acuerdo con lo anterior, se contará con 6 cisternas de 10.0 m^3 para el almacenamiento consumo de agua se considera el uso de sistemas ahorradores de agua y promover entre este recurso. En cuanto a las aguas residuales, conforme a los cálculos realizados se espera genera residuales de 38.4 m^3/día. Las aguas residuales que se produzcan en las villas y en la pa conducirá a través de la red de drenaje interno hacia los biodigestores que se instal tratamiento adecuado. Se propone instalar 7 biodigestores de 7.0 m^3, con capacidad par agua. Estos biodigestores se ubicarán en dos módulos de los edificios. Cada uno contará almacenamiento de agua tratada, donde será clorada utilizando pastillas de cloro, y poc cumplimiento de la normatividad ambiental.

Factor: Transporte y flujo de tráfico

Impacto	Aumento en el flujo vehicular	Signo	Negativo	Factor afe
Índice de incidencia	0.62	Significancia	No significativo	Característic impact
Actividades generadoras de Impacto por etapa				
Preparación del sitio		Construcción		Operació
Trasporte de personal y materiales		Trasporte de personal y materiales		Traslado de p
Descripción del impacto	Este impacto se refiere al movimiento adicional de vehículos derivado del traslado de mater Este impacto se calificó como no significativo, dado que los vehículos que trasladen el ma al predio, se sumarán al flujo existente en la zona. Sin embargo, considerando que el pre del camino de la Av. Rafael Melgar habilitado con concreto, también es el límite de tránsito habitual. De ahí que el incremento de transporte para la construcción sí representará un ca no significativo.			

	Durante la etapa operativa, los propietarios de las villas utilizarán sus vehículos para tran sumarán al flujo existente en la zona, por lo que no supone un impacto significativo.

Factor: Economía

Impacto	Generación de Empleos y derrama económica por adquisición de insumos.	Signo	Positivo	Factor afec
Índice de incidencia	0.37	Significancia	No significativo	Característic impact
Actividades generadoras de Impacto por etapa				
Preparación del sitio		Construcción		Operació
Contratación de personal y adquisición de insumos		Contratación de personal y adquisición de insumos		Adquisición de de person
Descripción del impacto	La economía de la región se verá impactada de manera positiva ya que generará empleos la construcción para los habitantes de la región durante las actividades de preparación de proyecto. Asimismo, se impactará la economía local por la adquisición de insumos para la co En la etapa operativa también se generarán empleos ya que se contratará personal mantenimiento de las albercas, la palapa de amenidades, la bodega, cuarto de basura, de			

Factor: Paisaje

Impacto	Modificación del paisaje	Signo	Negativo	Factor afec
Índice de incidencia	0.75	Significancia	Significativo	Característic impact

Actividades generadoras de impacto por etapa				
Preparación del sitio		Construcción		Operació
Desmonte de la vegetación e instalación de obras provisionales		Construcción de las obras		Actividades c
Descripción del impacto	El paisaje se verá modificado de manera negativa durante las actividades de preparación por las actividades de presencia de personal, entrada y salida de vehículos con material, r Las actividades se llevarán a cabo realizando en todo momento un manejo adecuado de los el mayor orden posible para evitar dar un mal aspecto a la obra, asimismo se considera e del área de aprovechamiento. El SA se encuentra con áreas de vegetación natural, zonas con infraestructura y sin vege se encuentra en buen estado de conservación, cabe mencionar que el SA se encuentra co Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marin y el Área Natural Protegida con la categoría de Reserva Estatal la Región denominada Cozumel. La concentración demográfica y turística en la zona de influencia del proyecto es baja, ya final de la vialidad principal de la zona costera norte donde la afluencia turística se r residencias que hay de manera distante, y considerando que el Campo de golf del plan m Club es el último desarrollo aún en proceso de conformación gradual. La mayor concentra en la zona centro de la isla donde arriban los cruceros y transporte marítimo, zona que ambiental. La visibilidad del paisaje relativa a la construcción del proyecto se circunscribe a lo que s observadores que transitan por el campo de golf del Plan Maestro y por la Carretera Cost E. Melgar. El predio colinda con la carretera, sin embargo, será delimitado con malla preparación del sitio y construcción del proyecto, por lo que sólo se percibirán la pa sobresaldrá de la vegetación. Para el proyecto se ocupará una superficie que representa el 28.73% del predio y el 0.08 % Se ocupará una superficie de 620.20 m^2 para una vialidad del Plan Maestro que ya cue			

	materia de impacto ambiental. Mientras que una superficie de 8,449.33 m^2, que represen se destinará para áreas de conservación donde se mantendrá la vegetación de Selva Me las áreas que serán reforestadas. Los edificios del condominio quedarán en las secciones norte y oeste del predio, rodeados la cual alcanza alturas promedio de 6.8 m, y considerando que estos tendrán alturas de percibir desde el campo de golf del Plan Maestro y desde la carretera. También se percibir proyecto, ya que colindará con el derecho de vía de la Carretera Costera Norte ó Av. Rafae visible desde esta vialidad y podrá percibirse por las personas que transiten por esta vialid Plan Maestro Cozumel Country Club. Las demás obras techadas (palapa de amenidad bodega) no se percibirán ya que estarán rodeadas por la vegetación y serán de un nivel. El desarrollo del proyecto quedará inmerso en un SA que ha sufrido modificaciones en sus paisaje, principalmente hacia el desarrollo turístico. Este se sumará a los desarrollos turísticos habitacional construidos acordes a los parámet establecidas en el POEL de Cozumel. Los edificios sobresaldrán al paisaje natural, ya que la vegetación, sin embargo, el 66.40 % de la superficie del predio se mantendrá como áre modificación ni alteraciones).

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

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN. 3
2 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS. 3
3 APLICACIÓN DE MEDIDAS..... 4
3.1 MEDIDAS GENERALES..... 5
3.2 MEDIDAS ESPECÍFICAS. 11
3.3 ESTRATEGIAS PARA MITIGAR LOS IMPACTOS AL AIRE. 11
3.4 ESTRATEGIAS PARA MITIGAR LOS IMPACTOS A LA TOPOGRAFÍA Y SUELO. 14
3.5 ESTRATEGIAS PARA MITIGAR LOS IMPACTOS AL FACTOR AGUA. 15
3.6 ESTRATEGIAS PARA MITIGAR LOS IMPACTOS A LA FLORA. 17
3.7 ESTRATEGIAS PARA MITIGAR LOS IMPACTOS A LA FAUNA. 21
3.8 ESTRATEGIAS PARA MINIMIZAR EL IMPACTO A LA DEMANDA DE INFRAESTRUCTURA.....24
3.9 ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL TRANSPORTE Y FLUJO DE TRÁFICO. 25
3.10 ESTRATEGIAS PARA MANTENER EL PAISAJE.....26

1 INTRODUCCIÓN.

A fin de establecer acciones a partir de las cuales sea posible prever, mitigar y/o compensar los impactos ambientales identificados por el desarrollo del proyecto, en el presente capítulo se plantean y describen las medidas que permitirán cumplir dicho objetivo, aunado al cumplimiento de lo establecido en el artículo 30 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), el cual señala que:

"Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente."

Con las medidas establecidas se busca reducir los efectos previstos respecto a los componentes al ambiente o a los procesos ecológicos de los ecosistemas, como consecuencia de las actividades del proyecto o bien, evitar que ocurran. Cabe señalar que las acciones de mitigación han sido contempladas desde la planificación del proyecto, ajustándose a una detallada caracterización y zonificación sustentada de los estudios ambientales.

Ahora bien, es por lo antes expuesto que, a continuación, se describirán las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas para el proyecto "Condominio K'iino", por lo que se empezará describiendo aquellas de carácter general, para posteriormente describir aquellas de carácter específico que corresponde a cada etapa del proyecto, en las que se incluirán una serie de programas y acciones orientadas a minimizar los impactos ambientales descritos en el capítulo anterior.

Cabe resaltar que las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas en este capítulo, se diseñaron tomando en consideración las condiciones ambientales específicas del predio, y se sustentaron en información técnica, así como en instrumentos jurídicos, de planeación y ambientales, vigentes y aplicables al proyecto.

2 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS.

En la matriz de evaluación de impactos y de jerarquización descrita en el Capítulo V, se analizaron los indicadores de cambio de un total de 11 factores ambientales, asimismo, se identificaron 16 posibles impactos potenciales que se pudieran generar durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación del proyecto "Condominio K'iino".

De los 16 impactos potenciales identificados para el proyecto mediante la matriz de evaluación de impactos, 15 son negativos y uno es positivo. A continuación, se presentan los impactos ambientales identificados por cada factor evaluado.

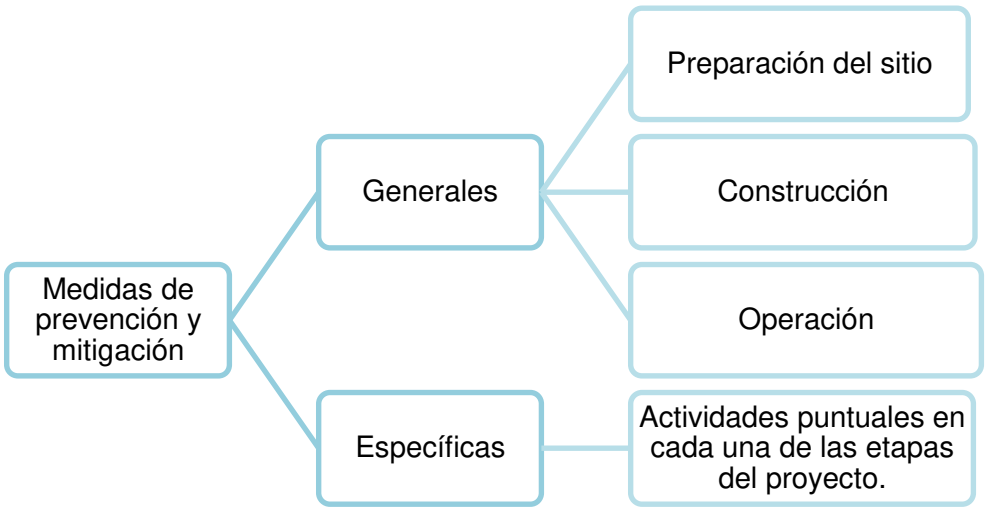
Cuadro 1. Relación de impactos ambientales por cada factor evaluado.

Factores	Impactos ambientales
Aire	Contaminación por emisiones a la atmósfera y emisiones de gases de efecto invernadero
	Contaminación auditiva
	Cambios en el microclima.
Topografía	Modificación de la topografía
Suelo	Pérdida de suelo
	Compactación del terreno
Agua	Modificación de corrientes naturales, patrones de absorción y pautas de drenaje.
Vegetación	Cambios en la abundancia de ejemplares de flora, incluidos los de la Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
	Reducción en la cobertura de la vegetación.
Fauna	Cambios en la abundancia de ejemplares de fauna, incluidos los de la Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
	Fragmentación del hábitat de la fauna.
Residuos	Aumento en la generación de Residuos Sólidos Urbanos, de Manejo Especial y Residuos Peligrosos
Transporte y flujo de tráfico	Aumento del flujo vehicular
Infraestructura	Demanda de energía eléctrica, consumo de agua y tratamiento de aguas residuales
Economía	Generación de Empleos y adquisición de insumos
Paisaje	Modificación del paisaje

Ahora bien, una vez presentados los impactos identificados, se describirán las medidas de prevención, mitigación y compensación para cada una de las etapas que comprende el proyecto y basadas en cada uno de los factores evaluados, por lo que éstas se dividirán en dos grupos: medidas generales y medidas específicas.

3 APLICACIÓN DE MEDIDAS.

Después de evaluar las condiciones que presenta actualmente el predio, basados en el trabajo de campo y en el conocimiento específico de sus atributos ambientales, se consideró que la mayor parte de las afectaciones potenciales son factibles de ser mitigadas y prevenidas si se toman las siguientes disposiciones:



A fin de establecer herramientas que permitan dar seguimiento y cumplimiento a las medidas de prevención y mitigación que se describirán en los siguientes apartados y aunado al cumplimiento del Programa de Ordenamiento Local del Municipio de Cozumel aplicable al proyecto, se diseñaron programas enfocados a la conservación de los recursos naturales presentes en el área de estudio y a la protección del sistema ambiental, mismos que forman parte de la presente MIA-P del proyecto, los cuales se mencionan a continuación.

- Programa de Rescate de Flora
- Programa de Rescate de Fauna
- Programa Integral de Manejo de Residuos

3.1 MEDIDAS GENERALES.

Dada la naturaleza del proyecto, durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación del mismo, se llevarán a cabo actividades comunes, por lo que las medidas generales establecidas se agruparon por factor, etapa y componente ambiental para el proyecto (Cuadro 2).

Cuadro 2. Agrupación de impactos ambientales susceptibles de generarse por etapa y factor.

Factor	Impacto	Etapa	Medidas	I
Todos	Presencia de personal	**Construcción y operación**	Se llevarán a cabo pláticas de educación ambiental, enfocadas a la protección de los recursos del sitio: flora, fauna, agua, aire. En estas pláticas se abordarán las medidas que se deben implementar en las actividades para proteger dichos recursos, la normatividad que aplica, y las sanciones en caso de no efectuarlas.	Bitácoras d pláticas de ambiental. Verificación implementa medidas es cada factor supervisión Bitácora de sanciones i trabajadore incumplimie
Residuos	Incremento en la generación de Residuos Sólidos Urbanos (RSU), de Manejo Especial (ME) y Residuos Peligrosos (RP).	**Preparación construcción y operación**	Colocación de contenedores de basura directamente en fuentes generadoras y dispersos de manera estratégica en las áreas del proyecto. Los contenedores estarán debidamente identificados para facilitar la clasificación de los residuos.	Presencia / contenedor Volumen de relativo a su de llenado. Retiro de ca cuando alca capacidad.
			Reglamento interno de obra y colocación de letreros alusivos para la correcta disposición de los residuos, los cuales se colocarán en las áreas de trabajo. Se llevarán a cabo pláticas enfocadas a la interpretación de los señalamientos y la correcta disposición de los residuos.	Presencia / señalizació No. de seña rubro a reg Difusión y c reglamento

Factor	Impacto	Etapa	Medidas	I
			Ejecución del Programa Integral de Manejo de Residuos.	Inspección implementa de manejo tres tipos.
			Se utilizarán productos en apego con la Ley para la Prevención, Gestión Integral y Economía Circular de los Residuos del Estado de Quintana Roo. De modo que, se prohibirá la adquisición, distribución y uso de popotes de plástico, envases para bebidas, platos, vasos, tazas, cubiertos desechables, productos derivados de poliestireno expandido, bolsas plásticas desechables, anillos plásticos para envases y cualquier otro considerado como prohibido en dicha Ley.	Podrá ha implementa ausencia d y sus diferentes á
			Se promoverá entre el personal la reducción, reúso y reciclado de los residuos, pretendiendo con esto, además de la reducción en los volúmenes que se generen, mediante la impartición de pláticas de educación ambiental.	Bitácoras d pláticas de ambiental. Bitácoras d disposición reciclables autorizadas Comprobar de los resid
			Se destinará un área para el acopio temporal de los residuos sólidos, para posteriormente entregar aquellos que no resulten susceptibles de reciclaje al servicio de limpia municipal. En tanto que, los que resulten susceptibles de reciclaje, serán dispuestos con empresas recuperadoras-recicladoras.	Existencia las áreas d residuos. Volumen d de su capa
			En la etapa operativa, se contemplan un cuarto frío refrigerado para recibir los residuos orgánicos, y un cuarto seco con compartimentos para el acopio	Comprobar disposición servicio de

Factor	Impacto	Etapa	Medidas	I
			diferenciado de residuos inorgánicos, reciclables y no reciclables.	
			Instalación de sanitaros portátiles durante la preparación del sitio y construcción, a razón de 1 por cada 20 trabajadores, los cuales recibirán limpieza y mantenimiento cada tercer día por parte de la empresa arrendadora.	Baños lim estado. Comprobar mantenimie sanitarios.
			Las aguas residuales derivadas de la operación del proyecto se conducirán a través de una red de drenaje interna de cada edificio hacia los biodigestores que se instalarán, donde recibirán el tratamiento adecuado. El agua tratada se almacenará en cisternas donde será clorada y podrá ser utilizada para actividades de limpieza, previo cumplimiento de la normatividad aplicable, para lo cual se tendrá como referencia la NOM-001-SEMARNAT-1996 y la NOM-003-SEMARNAT-1997, podrán ser utilizadas para servicios al público en riego de áreas verdes.	Bitácora de resultados fisicoquímic efluente.
			Los lodos residuales provenientes de los biodigestores serán canalizados periódicamente con una empresa autorizada en su manejo y disposición.	Comprobar final de los
			Las pilas alcalinas generadas durante la operación del proyecto se almacenarán en un contenedor y se entregarán a una empresa autorizada en su manejo y/o se entregarán al municipio.	Comprobar final de las
			El aceite vegetal que se genere en la cocina de la palapa de amenidades se mantendrá en un tambo o bidones y se resguardará en la bodega con que contará el proyecto, en donde permanecerá hasta su entrega en el programa de reciclaje que implemente el municipio.	Evidencia f condiciones los tambos Comprobar estos resid reciclaje mu

Factor	Impacto	Etapa	Medidas	I
			Los residuos peligrosos que se generen durante la preparación del sitio y construcción serán separados de acuerdo a su tipo y colectados en contenedores debidamente etiquetados, al final de la jornada laboral serán trasladados al almacén temporal de residuos peligrosos del proyecto, donde permanecerán hasta su entrega con una empresa autorizada.	Habilitación temporal de peligrosos especificac normativida Bitácora de y disposició diferentes t peligrosos
			Durante la operación del proyecto, los residuos peligrosos serán separados de acuerdo a su tipo, colectados en contenedores debidamente etiquetados y serán trasladados a la bodega con que contará el condominio, donde permanecerán hasta su disposición final con una empresa autorizada.	Evidencia f condiciones los residuos almacenan Comprobar estos resid empresa au
			Se tendrá siempre a mano la hoja de seguridad de cada sustancia y se clasificarán según la compatibilidad.	Inspección de bitácor almacén separación
			Los recipientes en donde se almacenen los residuos peligrosos deberán estar herméticamente cerrados, rotulados y colocados verticalmente para evitar derrames.	Se verifica constatará fotográfica se almacen y se enc estado.
			La separación de los RP se llevará a cabo considerando la tabla de incompatibilidad y el código de reactividad establecido en la NOM-054-SEMARNAT-1993 que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más	Infraestruct el almacen de los RP.

Factor	Impacto	Etapa	Medidas	I
			residuos considerados como peligrosos por la NOM-052-SEMARNAT-2005.	
			En caso de un evento meteorológico, se retirará al personal del sitio, y se seguirán todas las disposiciones del personal de protección civil. El material que pudiera convertirse en un proyectil por causa de los vientos deberá ser colocado en un área segura y se asegurarán las obras de apoyo.	Contarán c en la que s los colab retirados c verificará mantengan

3.2 MEDIDAS ESPECÍFICAS.

Estas medidas serán aplicables a los posibles impactos generados por cada factor en cada una de las etapas de desarrollo del proyecto que no puedan ser mitigados con las medidas generales.

3.3 ESTRATEGIAS PARA MITIGAR LOS IMPACTOS AL AIRE.

Durante la preparación del sitio se emitirá CO_2 derivado de la remoción de la vegetación. La eliminación de la cubierta vegetal altera el balance del flujo de carbono, ya que con ella se reduce la cantidad de carbono que puede ser fijado por las plantas y se genera la descomposición de la materia orgánica, lo que provoca la emisión de CO_2.

Ahora bien, para el desplante de las obras que se proponen, se aprovechará una superficie 3,655.08 m^2, que representa el 28.73 % del predio, de los cuales 3,621.57 m^2 están cubiertos con vegetación de selva mediana subperennifolia y 33.51 m^2 corresponden a una brecha de terracería existente, por lo que las actividades de remoción de la vegetación aportarán CO_2 a la atmósfera.

Cabe señalar que en un área de 620.20 m^2 (4.87%) del predio serán utilizados para una vialidad del Plan Maestro Cozumel Country Club que ya cuenta con autorización en materia de impacto ambiental para su construcción.

De tal forma, que la superficie restante, que corresponde a 8,449.33 m^2, que representa el 66.40 % del predio, se destinará para áreas de conservación que seguirán absorbiendo el CO_2. En esta superficie están incluidas las áreas sin cobertura vegetal que no se utilizarán (111.05 m^2) por lo que serán reforestadas e integradas a las áreas de conservación.

Por otra parte, durante las actividades de preparación del sitio y construcción se espera la generación de emisiones de gases contaminantes como CO, NOx, SO_2 e hidrocarburos derivados del uso de la maquinaria. También se generará un gas de efecto invernadero como es el CO_2.

En el caso de la operación del proyecto, se prevé generar emisiones de gases de efecto invernadero durante el consumo de gas LP en las villas.

Adicionalmente, se espera generar ruido derivado del empleo de equipo y maquinaria, así como por la presencia de personal y el que se genere por el incremento del tránsito vehicular, etc. En el caso del ruido generado por los inquilinos, éste se sumará al ruido existente en la zona, por el tránsito de vehículos en la Carretera Costera Norte, el que se produzca en la vialidad que queda dentro del predio, en los proyectos en construcción del Plan Maestro Cozumel Country Club y el que generen los hoteles y condominios ubicados frente al plan maestro.

Ahora bien, las medidas de mitigación propuestas para los impactos generados al aire tienen como objetivo principal:

- Minimizar la emisión de gases de efecto invernadero y otros contaminantes emitidos al ambiente por el uso de maquinaria, equipo y las actividades de excavación.
- Evitar la afectación al microclima derivado de las actividades de remoción de la vegetación.
- Mitigar la afectación a la fauna por la generación de ruido.

Cuadro 3. Medidas a implementarse para la mitigación de los impactos sobre el factor aire.

IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	ETAPAS			INDICADORES
		P	C	O	
Cambios en la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y producción de gases de efecto invernadero	Se verificará que la maquinaria antes de ingresar al predio del proyecto se encuentre afinada y en óptimas condiciones mecánicas, para evitar emisiones contaminantes al aire, fuera de los niveles permitidos por las normas correspondientes.	X	X		Equipos y máquinas en buen estado de afinación y funcionamiento.
	Se llevará a cabo el mantenimiento continuo de las máquinas y equipos que sean utilizados, fuera de la obra en talleres autorizados.	X	X		Ausencia de emisiones de humo (hollín) en los escapes o mofles de los vehículos.
	La maquinaria permanecerá apagada durante periodos de espera o inactividad.	X	X		Verificación visual.
	Se mantendrán desconectados los equipos con motores de combustión interna cuando no se estén utilizando, con la finalidad de reducir las emisiones de NOx y SOx.	X	X		
	Se tendrá siempre en cuenta la dirección del viento para evitar exposiciones a terceros.	X	X		Evidencia fotográfica en la que se haga constar que se llevan a cabo estas actividades.
	Se protegerán los sitios de acopio del material pétreo con lonas y se humedecerán para evitar su dispersión por arrastre del viento.	X	X		
	Se humedecerá el suelo para evitar que durante las actividades de excavación o la circulación de maquinaria se genere polvo en demasía.	X	X		
	Los tanques donde se almacene el gas LP recibirán mantenimiento preventivo.			X	Evidencia fotográfica de estas actividades.
Cambios en la calidad del aire por la generación de ruido.	La maquinaria permanecerá apagada durante los lapsos que no se requiera.	X	X		Niveles máximos de ruido permitidos de acuerdo a las normas oficiales mexicanas.

IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	ETAPAS			INDICADORES
		P	C	O	
	El horario laboral será de 7:00 a 17:00 h.	X	X		Se verificará que los colaboradores firmen su entrada y salida en la hora indicada y no deberá haber personal en el proyecto antes de las 7:00 ni después de las 17:00
Cambios al microclima	Se mantendrá como área de conservación 8,338.28 m^2 con vegetación de selva mediana subperennifolia.	X	X	X	Mantenimiento de la superficie indicada y condiciones óptimas de la cubierta vegetal de las áreas de conservación.
	Se reforestará una superficie de 111.05 m^2 correspondientes a una brecha de terracería que formará parte de las áreas de conservación, empleando especies producto de rescate, nativas y ornamentales de la región.	X	X		Reforestación de la superficie indicada, con especies producto del rescate y especies de la región.
	Se mantendrá una superficie total de conservación de 8,449.33 m^2, en la cual podrán darse los procesos de absorción de CO_2 de la atmósfera y mitigar una parte del nivel de ruido que se genere.	X	X	X	Cuidado y mantenimiento de la totalidad de las áreas de conservación propuestas.
Cambios en la conducta de fauna por ruido	Se realizará el monitoreo anual de fauna en las áreas de conservación anualmente durante la etapa de construcción y primeros 5 años de operación, para verificar sus condiciones en el predio.		X	X	Resultados de la caracterización anual de fauna: composición, diversidad, parámetros de IVI. Presencia de especies tolerantes a perturbación. Presencia de especies originalmente muestreadas en la caracterización de la MIA, especialmente las protegidas por la

IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	ETAPAS			INDICADORES
		P	C	O	
					NOM-059-SEMARNAT-2010.

3.4 ESTRATEGIAS PARA MITIGAR LOS IMPACTOS A LA TOPOGRAFÍA Y SUELO.

Para el proyecto se ocupará para las obras una superficie de aprovechamiento de 3,655.08 m^2, de tal manera que se modificará la topografía en dicha superficie, que representa el 28.73 % del predio.

Cabe señalar que en un área de 620.20 m^2 (4.87%) del predio serán utilizados para una vialidad del Plan Maestro Cozumel Country Club que ya cuenta con autorización en materia de impacto ambiental para su construcción.

Asimismo, se removerá el suelo en la superficie de remoción de la vegetación, que corresponde a 3,621.57 m^2, que representa el 28.46 % del predio.

Para mitigar el impacto en estos dos factores se verificará el mantenimiento de las áreas de conservación: 8,338.28 m^2 se mantendrán con vegetación de selva mediana subperennifolia en condiciones naturales y sin afectaciones a las geoformas ni al suelo y, una superficie de 111.05 m^2 correspondientes a una brecha de terracería que será reforestada formará parte de las áreas de conservación, sumando un total de 8,449.33 m^2 de áreas de conservación.

Ahora bien, las medidas de mitigación propuestas para los impactos generados a la topografía y el suelo tienen como objetivo principal:

- Minimizar la pérdida de suelo y los cambios en sus características por las actividades de compactación, así como evitar la modificación significativa de los escurrimientos superficiales de agua de la zona.
- Evitar la afectación de las elevaciones topográficas y condiciones de suelo en las áreas que no sean para el desplante.

Cuadro 4. Medidas a implementarse para la mitigación de los impactos sobre la topografía y el suelo.

IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	ETAPAS			INDICADORES
		P	C	O	
Alteraciones de las formas del terreno.	Mantenimiento del 66.40% de la superficie total del predio como área de conservación	X	X	X	Mantenimiento de la superficie indicada y condiciones óptimas de la cubierta vegetal de las áreas verdes de conservación.
Pérdida de suelo.	Se realizará el rescate del suelo posterior al desmonte del terreno en las áreas de aprovechamiento.	X	X		

IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	ETAPAS			INDICADORES
		P	C	O	
Compactación del terreno.	El suelo rescatado será cribado y reutilizado en las actividades de rescate de flora y como sustrato para las áreas de reforestación que se proponen.		X		Volumen del suelo rescatado que será cribado posterior al desmonte de la vegetación. Reutilización del material vegetal obtenido en las actividades de desmonte. Reutilización de los residuos vegetal en las actividades de reforestación.
	Limitar el retiro de suelo natural y las excavaciones únicamente a las zonas de desplante que considera el proyecto.	X	X		
	El material vegetal resultante del desmonte será seleccionado para triturarse. Este material vegetal triturado será utilizado posteriormente en las actividades de reforestación como enriquecimiento del sustrato.	X	X		
	Se llevará a cabo un estudio de mecánica de suelos a fin de determinar la cimentación final de las obras.	X			Resultados del estudio de mecánica de suelos.
	Se colocará señalización restrictiva alusiva al cuidado de las áreas de conservación y delimitación de las áreas de aprovechamiento: • Área de conservación. • Deposita la basura en su lugar. • No intervenir con material las áreas de conservación. • No retirar la malla de delimitación Colocación de una malla de delimitación en las áreas de desplante para evitar el acceso peatonal a las áreas de conservación. La malla tendrá que estar separada del suelo por 40 cm para permitir el paso de fauna.	X	X		Se contará con evidencia fotográfica en la que se haga constar que permanece colocada la señalización y malla correspondiente.

3.5 ESTRATEGIAS PARA MITIGAR LOS IMPACTOS AL FACTOR AGUA.

Derivado de la nivelación y construcción de las obras, se modificarán los índices de absorción y pautas de drenaje en una superficie de 3,655.08 m^2, que equivale al 28.73 % del predio.

La construcción de los edificios de las villas no alterará el flujo de agua subterránea, dado que la cimentación de las obras se realizará con zapatas sobre el nivel del suelo natural, sin embargo, la cimentación final será determinada de acuerdo con los resultados que se obtengan del estudio de mecánica de suelos.

Asimismo, las excavaciones requeridas para las albercas y los biodigestores y cisternas, se realizarán en la plataforma de desplante y 1.0 m debajo del nivel de suelo natural, sin embargo, no llegarán al manto freático, el cual se encuentra a una profundidad de 3.75 a 5.85 m.

Ahora bien, las medidas descritas en el siguiente cuadro tienen como objetivo principal:

- Favorecer la absorción de agua al subsuelo y permitir el mantenimiento de los flujos hídricos.

Cuadro 5. Medidas a implementarse para la mitigación de los impactos al factor agua.

IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	ETAPAS			INDICADORES
		P	C	O	
Modificación de corrientes naturales, patrones de absorción y pautas de drenaje	La cimentación de las obras se realizará con zapatas sobre el nivel del suelo natural, lo que no alterará el flujo de agua subterráneo, sin embargo, la cimentación final será determinada de acuerdo con los resultados que se obtengan del estudio de mecánica de suelos.	X			Confirmación del tipo de cimentación y sus características a utilizar por áreas del proyecto, y presentación del estudio a la autoridad.
	Las excavaciones requeridas para las albercas y los biodigestores y cisternas, se realizarán en la plataforma de desplante y 1.0 m debajo del nivel de suelo natural, sin llegar al manto freático (3.75 a 5.85 m) y sin afectar el flujo de agua subterránea.	X	X		Verificación de la profundidad de excavaciones y evidencia fotográfica que respalden el cumplimiento de esta medida.
	Se utilizarán materiales permeables en los andadores peatonales y el estacionamiento, permitiendo con ello la infiltración del agua. Se considera una superficie de 9,363.91 m^2 (73.59 %) como área permeable, que incluye las áreas de conservación y reforestadas (8,449.33 m^2), la superficie que ocuparán los andadores peatonales (549.29 m^2), que serán hechos a base de arena compactada; y del estacionamiento		X		Comprobante de la adquisición de materiales permeables para la conformación de las obras que se mencionan. Verificación de la superficie permeable.

IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	ETAPAS			INDICADORES
		P	C	O	
	(365.29 m^2), que será hecho a base de hidrocreto.				
	Delimitación y señalización de las áreas de conservación para evitar afectaciones y que el agua siga infiltrándose hacia el subsuelo en ellas.	X	X		Conformación e integridad de las áreas de conservación.
	Mantenimiento de la superficie indicada como área de conservación con vegetación natural.	X	X	X	
	Reforestación de una superficie de 111.05 m^2 correspondiente a una brecha de terracería existente; con especies propias del rescate y en caso de ser necesario con especies nativas u ornamentales de la región.	X	X		
	Los edificios de las villas contarán con bajantes pluviales con decantadores para retener los sólidos, los cuales conducirán el agua pluvial hacia las áreas de conservación, manteniendo con ello la recarga del acuífero.		X	X	Mantenimiento de los bajantes pluviales que se habilitará en el predio.

3.6 ESTRATEGIAS PARA MITIGAR LOS IMPACTOS A LA FLORA.

Una de las actividades iniciales al desarrollar el proyecto, es la reducción de cobertura vegetal, actividad que causa el mayor impacto sobre la vegetación y a su vez a la fauna provocando en primera instancia la fragmentación de los ecosistemas y la modificación del microclima, afectando con ello los gradientes de temperatura y precipitación, así como cambios en las características del suelo y del paisaje. Al mismo tiempo, se provoca la pérdida de hábitats, situación que trae consigo cambios en la abundancia y la distribución de las especies, dentro del sitio donde pretende llevarse a cabo el proyecto y el sistema ambiental, de igual forma se puede causar la afectación a especies enlistadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 y especies endémicas.

Para el proyecto se ocupará para las obras una superficie de aprovechamiento de 3,655.08 m^2, que representa el 28.73 % del predio. Se requiere realizar la remoción de la vegetación en una superficie de 3,621.57 m^2, que representa el 28.46 % del predio, y el 0.08% del sistema ambiental. La vegetación donde se desplantará el proyecto corresponde a selva mediana subperennifolia en estado de regeneración, ya que fue impactada por el paso del huracán Wilma en 2005.

Se mantendrá como área de conservación 8,449.33 m2 (66.40%) del predio: 8,338.28 m^2 se mantendrán con vegetación de selva mediana subperennifolia en condiciones naturales y sin afectaciones a la flora y, una superficie de 111.05 m^2 correspondientes a una brecha de terracería que será reforestada y que formará parte de las áreas de conservación.

En el predio se registró una especie de flora incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010, la cual se encuentra en la categoría de amenazada (Cuadro 6), fuera de los sitios de muestreo.

Cuadro 6. Especies presentes en el área de estudio enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. A-Amenazada, P-Peligro de extinción, Pr-Sujeta a protección especial, E-Endémica, NE-No Endémica.

Familia	Nombre Científico	Nombre común	Estatus	Distribución
Arecaceae	*Coccothrinax readii*	Nak'as	A	E

Por lo antes expuesto y de acuerdo con los impactos que el desarrollo del proyecto causará, las medidas de mitigación implementadas para estos impactos tienen como objetivo:

- Rescatar el mayor número de ejemplares susceptibles de ello, y garantizar la sobrevivencia de los mismos para posteriormente ser reincorporados al medio, poniendo especial atención a las especies de flora enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Proteger y mantener las condiciones ambientales de las áreas de conservación del proyecto en sus etapas de conformación y operación.
- Reforestar las áreas que carecen de vegetación y que no serán utilizadas para dar continuidad a la cobertura vegetal.

Cuadro 7. Medidas a implementarse para la mitigación de los impactos sobre la vegetación.

IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	ETAPAS			INDICADORES
		P	C	O	
Cambios en la abundancia de ejemplares de flora, incluidos los de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Reducción en la cubierta vegetal.	El proyecto mantendrá como área de conservación 8,338.28 m^2 con vegetación de selva mediana subperennifolia y se reforestará una superficie de 111.05 m^2 para lo cual se emplearán especies provenientes del rescate flora.	X	X	X	Presencia y condición de la malla electro soldada que delimita el área de conservación. Conformación del proyecto y sus obras de acuerdo con lo establecido en la presente MIA-P. Verificación de la superficie y condiciones óptimas de la
	Las áreas que serán intervenidas deberán de estar delimitadas con una malla electrosoldada para evitar que los operadores de las máquinas y trabajadores afecten las áreas que no son parte del aprovechamiento. La malla tendrá que estar separada del suelo por 40 cm para permitir el paso de fauna.	X	X		

IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	ETAPAS			INDICADORES
		P	C	O	
	El predio se dividirá en dos secciones, donde queden las obras y donde se mantengan las áreas de conservación, a fin de que eventualmente la fauna transite por las áreas de conservación que están aledañas a las obras.				vegetación en las áreas reforestadas y de conservación del proyecto. Presencia o ausencia de materiales de obra sobre la vegetación natural. Presencia y cumplimiento de reglamento de obra. Impartición de capacitación ambiental al personal de obra. Presencia de señales informativas y restrictivas. Presencia o ausencia de residuos sólidos en áreas de conservación. Mantenimiento de las plantas en área de conservación. Porcentaje de sobrevivencia y estado fitosanitario de los ejemplares rescatados.
	Las actividades de desmonte serán supervisadas por personal capacitado con la finalidad de evitar la afectación innecesaria a la vegetación, quién podrá ordenar en todo momento la inmediata detención de las actividades.	X			
	Se vigilará que no se deposite material vegetal o de construcción alguno sobre la vegetación que no será intervenida.	X	X		
	El material vegetal resultante del desmonte será seleccionado para triturarse. Este material vegetal triturado será utilizado posteriormente en las actividades de reforestación del proyecto.	X	X		
	Se colocarán letreros de señalización para evitar que se invadan las áreas con vegetación destinadas a conservación: • Área de conservación. • No depositar material en esta área. • Deposita la basura en su lugar. • No retirar el mallado.	X	X		
	Se llevarán a cabo las actividades de rescate de vegetación conforme a las acciones establecidas en el Programa de Rescate de flora, en el cual se establecen las especies y número de ejemplares a rescatar.	X			
	En las actividades de rescate de vegetación se dará prioridad a especies de mayor importancia ecológica y plantas jóvenes, ya que son las que tiene más probabilidades de sobrevivencia.	X			

IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	ETAPAS			INDICADORES
		P	C	O	
	El rescate de la vegetación se realizará en las primeras horas del día para evitar el daño de las raíces por la exposición al sol y al viento.	X			Adaptación y sobrevivencia de las especies trasplantadas en las áreas ajardinadas.
	Mantenimiento de las plantas rescatadas en una zona dentro del predio acondicionada para su adaptación al trasplante.	X	X		
	Se mantendrán sin alteraciones las áreas destinadas a conservación.	X	X	X	
	Se dará el cuidado necesario a las plantas rescatadas con la finalidad de mantenerlas aclimatadas y en óptimas condiciones, hasta su posterior trasplante en las zonas de reforestación.	X	X		
	Se llevará a cabo la reforestación de 111.05 m^2 de brecha que no será utilizada para el proyecto con especies nativas producto del rescate.			X	Sobrevivencia del 85% de los ejemplares trasplantados, y reemplazo de los que mueran. Cobertura total del área reforestada.
	Se llevará a cabo el monitoreo anual de la flora de las áreas de conservación (composición y estructura) para evaluar el desempeño de las medidas que estará implementando el proyecto durante la etapa constructiva y los primeros cinco años de operación.		X	X	Resultados del monitoreo anual de las áreas de conservación, a presentarse en los informes de cumplimiento del proyecto.
	En la caracterización de flora realizada en el predio, no se detectó la presencia de especies exóticas e invasoras. de ahí que habría que monitorear su aparición durante el proyecto en las áreas de conservación.	X	X	X	
	El proyecto participará activamente en los proyectos Municipales, Estatales y Federales, que estén encaminados a la protección de los humedales registrados en el sistema ambiental.			X	Comprobantes en los que se haga constar que el proyecto participa en proyectos

IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	ETAPAS			INDICADORES
		P	C	O	
					encaminados a la protección de humedales.

3.7 ESTRATEGIAS PARA MITIGAR LOS IMPACTOS A LA FAUNA.

Como se mencionó, el desmonte es una de las actividades que más impactos generan sobre la fauna silvestre, ya sea un bosque bien conservado o una vegetación en algún estado de sucesión, siempre funciona como zona de refugio, alimentación o reproducción para animales, sin embargo, mientras más conservada se encuentre la vegetación, presta mayores y mejores servicios ambientales. De esta manera, al realizar el desmonte de la vegetación del área de aprovechamiento también se afectará la fauna, provocando su desplazamiento hacia los predios aledaños, disminuyendo el número de ejemplares que transitan por el área durante las actividades del proyecto.

Para el proyecto se ocupará para las obras una superficie de aprovechamiento de 3,655.08 m^2, que representa el 28.73 % del predio. Se requiere realizar la remoción de la vegetación en una superficie de 3,621.57 m^2, que representa el 28.46 % del predio. El impacto relativo a la fragmentación del hábitat de la fauna, se producirá al realizar la construcción de dichas obras, debido a que se dividirá el predio en dos secciones, una donde estarán las obras y la otra que corresponde a las áreas con vegetación, lo que limitará en cierto nivel el movimiento libre de fauna en el área que ocupan

De acuerdo a la caracterización de fauna terrestre, se registraron un total de 88 especies pertenecientes a cuatro grupos faunísticos: anfibios, reptiles aves y mamíferos (terrestres y voladores). Ahora bien, del total de especies, se identificaron 12 enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de las cuales 6 son de reptiles (Gecko de la Isla San Jorge-*Aristelliger georgeensis*, la iguana rayada-*Ctenosaura similis*, la Iguana verde-Iguana iguana, la Culebra acuática-*Thamnophis proximus*, el Cocodrilo de pantano-*Crocodylus moreletii* y la Tortuga pecho quebrado-*Kinosternon scorpioides*), 3 de aves (Loro frente blanco-*Amazona albifrons*, el Perico pecho sucio-*Eupsittula nana* y el Vireo de Cozumel-*Vireo bairdi*) y 3 de mamíferos (tigrillo - *Leopardus wiedii*, el mico de noche - *Potos flavus* y el mapache de Cozumel -*Procyon pygmaeus*).

En el área de estudio se registraron 6 especies de anfibios. Ninguna de las especies registradas se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como ninguna se considera endémica, pero se registraron dos especies de importancia ecológica como la Rana arborícola trompuda (*Scinax staufferi*) y la Rana chirriadora de invernadero (*E. planirostris*)

Derivado de lo anterior, se ha considerado la implementación de las medidas de mitigación que tienen como objetivo:

- Mitigar la afectación de la fauna que se desarrolla en el sitio donde se pretende construir el proyecto, especialmente a las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Cuadro 8. Medidas a implementarse para la mitigación de los impactos sobre la fauna.

IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	ETAPAS			INDICADORES
		P	C	O	
Cambios en la abundancia de ejemplares de fauna incluyendo los de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Pérdida de hábitats para la fauna. Colonización de hábitats por la fauna.	Se llevarán a cabo las actividades de rescate de fauna conforme a las acciones establecidas en el Programa de Rescate, enfocándose en las áreas que serán intervenidas, donde se dará prioridad a las especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como a las de lento desplazamiento.	X	X		Presencia y condición de la malla electro soldada que delimiten las áreas de conservación. Presencia-ausencia de fauna dañada. Reporte de atención y liberación de especies de fauna que sean objeto de rescate. Cumplimiento o desacato al reglamento de obra. Presencia o ausencia de gatos, perros domésticos u otras especies ferales o nocivas.
	Previo al inicio de las labores de preparación del sitio, con dos días de anterioridad, se realizará un recorrido con el fin de localizar a los organismos de lento desplazamiento, adicionalmente se generará ruido con motosierras para ahuyentar a las especies que se encuentren dentro de las áreas a intervenir.	X			
	El desmonte se realizará de manera gradual a efecto de que la fauna que no haya logrado salir de las áreas de aprovechamiento, se desplace a otros sitios por el ruido que generen las máquinas y motosierras.	X			
	Se realizará la captura y reubicación a las áreas de conservación de los individuos de lento desplazamiento que se localicen dentro del área de aprovechamiento, o bien, en las áreas colindantes del sistema ambiental, especialmente en los polígonos de las áreas protegidas.	X	X		
	Se elaborará y aplicará el reglamento interno de obra.	X	X		
	Se pondrá a disposición de las autoridades a todo trabajador que afecte de manera dolosa a alguna especie de flora o fauna.	X	X		
	Quedará prohibida la caza y captura de animales.	X	X	X	
	Se contará con personal calificado para supervisar las actividades de rescate de fauna, así como para impartir las capacitaciones en materia de educación ambiental.	X	X		

IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	ETAPAS			INDICADORES
		P	C	O	
	Si alguna especie de fauna nativa resultara herida o lastimada por efecto de las actividades de construcción, recibirá atención médica veterinaria y se dará aviso a la PROFEPA en el caso de ser necesario.	X	X		
	Se llevará a cabo el monitoreo anual de la fauna presente en las áreas de conservación y área de influencia inmediata, para evaluar el desempeño de las medidas que estará implementando el proyecto durante la etapa constructiva y los primeros cinco años de operación. Se considerarán los grupos de vertebrados de anfibios, reptiles, aves y mamíferos, en muestreos diurnos, vespertinos y nocturnos, para poder comparar el desplazamiento y recolonización de especies durante las diferentes etapas del proyecto.		X	X	Resultados del monitoreo anual de la fauna en las áreas de conservación y su área de influencia inmediata, a presentarse en los informes de cumplimiento del proyecto.
	En el área de influencia del proyecto se detectó la presencia de un individuo de *Canis familiaris* en la colindancia con el campo de golf. De ahí que habrá de controlarse la presencia de fauna feral o nociva en el área, ante la presenciad de trabajadores y habitantes en el sitio, y evitar el impacto sobre la fauna nativa.	X	X	X	Presencia/ausencia de fauna feral o nociva sin control humano.
	Como parte del monitoreo se evaluará cuantitativamente la presencia de especies nativas características del ecosistema, pero también la presencia de especies altamente tolerantes a las perturbaciones.		X	X	Resultados cuantitativos de la presencia de especies tolerantes a la perturbación, para determinar si hay un incremento notorio de las poblaciones, e implementar medidas adicionales para su control.
	El proyecto participará activamente en los proyectos Municipales, Estatales y Federales, que estén encaminados a la		X	X	Comprobantes con los que se haga constar la ejecución de

IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	ETAPAS			INDICADORES
		P	C	O	
	protección de los humedales registrados en la zona.				estas actividades.
	El alumbrado externo del área común ni de los edificios, no deberá dar directamente a las zonas con vegetación nativa en pie dentro y fuera del área de aprovechamiento, para no perturbar los hábitos nocturnos de la fauna nativa.			X	Evidencia fotográfica de la iluminación de las áreas de conservación. Resultados del monitoreo de fauna de hábitos nocturnos.
	No se colocarán barreras que impidan el libre tránsito de la fauna presente en el sitio.		X	X	Evidencia fotográfica de la ausencia de estas barreras de delimitación. Resultados del monitoreo de fauna en el sitio.

3.8 ESTRATEGIAS PARA MINIMIZAR EL IMPACTO A LA DEMANDA DE INFRAESTRUCTURA.

La demanda de infraestructura de servicios es un impacto considerado principalmente para la etapa de operación, debido a que el consumo en los servicios de energía eléctrica y agua aumentan de forma casi permanente durante la vida útil del proyecto. Debido a que se trata de un impacto negativo y permanente se tendrá como objetivo principal:

- Reducir el consumo de energía eléctrica y agua a través de la aplicación y uso de ecotecnologías.

Cuadro 9. Medidas a implementarse para la mitigación de los impactos sobre la demanda de infraestructura.

IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACION	ETAPAS		INDICADORES
		C	O	
Aumento en la demanda de servicios de energía eléctrica y demanda de	Se realizará la conexión a la red de suministro proporcionada por la Comisión Federal de Electricidad y para reducir su consumo se contempla el uso de aparatos enérgicamente más eficientes.		X	Mantenimiento de las fuentes de luz y luminarias.

IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACION	ETAPAS		INDICADORES
		C	O	
agua, tratamiento de aguas residuales	Se considera el uso de sistemas ahorradores de agua y promover entre los habitantes y usuarios del proyecto, el ahorro de este recurso.	X	X	Uso de equipos energéticamente más eficientes.
	Se evitará el desperdicio del agua	X	X	Bitácoras de seguimiento de pláticas de educación ambiental. Mantenimiento periódico de la instalación de agua.
	Las aguas residuales que se produzcan en las villas y en la palapa de amenidades, se conducirá a través de la red de drenaje interno hacia los biodigestores que se instalarán donde recibirán el tratamiento adecuado.		X	
	El agua tratada, será clorada utilizando pastillas de cloro, y podrá ser reutilizada previo cumplimiento de la normatividad ambiental (NOM-001-SEMARNAT-1996 y NOM-003-SEMARNAT-1997).		X	Los análisis de calidad del agua tratada cumplen con los parámetros de acuerdo con la normatividad correspondiente.
	Los lodos provenientes de los biodigestores serán dispuestos con una empresa autorizada.		X	Comprobantes de disposición de lodos con una empresa autorizada.

3.9 ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL TRANSPORTE Y FLUJO DE TRÁFICO.

Este impacto está relacionado con la circulación de vehículos de carga y materiales, que ingresan al predio, mismos que pueden ocasionar atropellamiento de fauna, generar dispersión de polvo e incrementar el flujo de tráfico en la zona, que aunado a la operación de la maquinaria para la construcción incrementarán el nivel de ruido. Como objetivo de las medidas propuestas se busca:

- Evitar afectación a la fauna por atropellamiento vehicular, minimizar la afectación de la zona por la afluencia de vehículos.

Cuadro 10. Medidas a implementarse para la mitigación de los impactos generados por el aumento del flujo vehicular.

IMPACTO	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	ETAPAS			INDICADORES
		P	C	O	
Aumento del flujo vehicular	El horario de trabajo se limitará de 07:00 a 17:00 h para fomentar el uso del transporte público.	X	X		Presencia-Ausencia de atropellamientos de fauna, su causa y ubicación. Presencia de señalizaciones para control vehicular.
	El movimiento de material se programará en un horario adecuado con el fin de no provocar conflictos viales en la zona.	X	X		
	Se colocará señalización para el control de los vehículos que ingresen en el predio. • Velocidad máxima • Ceda el paso • Restricción de Vehículos de carga	X	X	X	

3.10 ESTRATEGIAS PARA MANTENER EL PAISAJE.

El paisaje se verá modificado de manera negativa durante las actividades de preparación del sitio y construcción, principalmente por la remoción de la vegetación, así como por la presencia de maquinaria y de personal. Sin embargo, será delimitado con malla durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto, por lo que sólo se percibirán la parte de los edificios que sobresaldrá de la vegetación. Por lo que con las medidas propuestas se busca:

- Minimizar la afectación del paisaje de la zona y la incorporación a la imagen urbanística.

Cuadro 11. Medidas a implementarse para la mitigación de los impactos generados por la modificación al paisaje.

IMPACTO	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	ETAPA			INDICADOR
		P	C	O	
Modificación del paisaje.	Delimitación de las áreas con malla electrosoldada y potencialmente con cubierta plástica para disminuir el impacto visual de las obras.	X	X		Visualización de un concepto arquitectónico armonioso acorde con el concepto de la zona. Vegetación libre de residuos dispersos. Predio y sus colindancias libres de
	Diseño arquitectónico armonioso con el paisaje urbano de la ciudad de Cozumel.		X	X	
	Las áreas de conservación y reforestación se mantendrán en buen estado con ejemplares de especies nativas.			X	

IMPACTO	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	ETAPA			INDICADOR
		P	C	O	
	Manejo adecuado de los residuos para evitar su dispersión y evitar dar un mal aspecto.	X	X		residuos sólidos dispersos.
	Ingreso de maquinaria y equipo de trabajo únicamente cuando éste se vaya a ocupar.	X	X		Ingreso controlado de maquinaria.
	Se cuidará que las obras que se perciban (estacionamiento y edificios del condominio) desde el campo de Golf del Plan Maestro y desde la carretera Costera Norte, se mantengan en óptimas condiciones de mantenimiento y limpieza a fin de evitar dar un mal aspecto a las personas que transiten por esta vialidad y los que ingresen al Plan Maestro Cozumel Country Club.		X	X	Mantenimiento y limpieza de las instalaciones del proyecto.

CAPÍTULO VII
PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN. 3
2. SISTEMA AMBIENTAL (SA). 3
2.1. CONDICIONES AMBIENTALES DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA). 7
2.2. PREDIO DE INTERÉS. 8
3. PLANEACIÓN AMBIENTAL ESTRATÉGICA. 10
4. IMPACTOS POTENCIALES. 11
5. IDENTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS CRÍTICOS PARA LA REALIZACIÓN DE LOS PRONÓSTICOS. 12
6. DESCRIPCIÓN DE LOS POSIBLES ESCENARIOS. 13
6.1. ESCENARIO ACTUAL, CON PROYECTO SIN MEDIDAS Y CON PROYECTO CON MEDIDAS. ..14
7. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL. 28
8. CONCLUSIONES. 29

1. INTRODUCCIÓN.

Una vez que en los capítulos anteriores se han detallado las actividades y la forma en la que éstas influirán en el sistema tanto en las inmediaciones del proyecto como del sistema ambiental, en el presente capítulo se analiza la interacción final que tendrá el proyecto con los recursos y procesos biológicos.

Asimismo, se realiza un pronóstico de la calidad ambiental del sitio durante la realización y vida útil del proyecto, y de las medidas de monitoreo que se realizarán para determinar dicha condición.

2. SISTEMA AMBIENTAL (SA).

El Sistema Ambiental (SA) del proyecto se refiere al área en torno a éste que puede influenciar al proyecto y ser influenciada por el mismo de manera indirecta. Conforme a lo anterior, se describen los criterios considerados para el establecimiento de los límites de este sistema para el proyecto:

- **Localización del proyecto:** El predio de interés corresponde al polígono A del lote 57-10, Plan Maestro Cozumel Country Club, ubicado en el km 6.2 de la Carretera costera Norte, zona hotelera Norte del Municipio de Cozumel, Estado de Quintana Roo.

- El predio cuenta con una superficie total de 12,724.61 m^2 de acuerdo con el plano topográfico del predio.

- **Instrumentos de planeación:** Para la delimitación del Sistema Ambiental (SA) se consideraron los límites de las Unidades de Gestión Ambiental del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Cozumel (POEL), publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo el 21 de octubre de 2008.

- **Componentes del paisaje:** A partir de la fotointerpretación de imágenes áreas y satelitales, se construyó el mapa de vegetación y uso de suelo, el cual permitió construir los límites para el componente ambiental terrestre. La asignación de los atributos o la clasificación de los elementos, se llevó a cabo a partir de los resultados obtenidos de la prospección de campo, los cuales coinciden con otros estudios que se han realizado en la zona del proyecto.

Para la delimitación del Sistema Ambiental, se hizo uso del Software ArcMap 10.6.1, en el cual se realizó la sobreposición de una imagen de satélite obtenida de la plataforma de ArcgisOnline, World Imagery 2018 y Sentinel 2.

Considerando lo anterior, los límites contemplados para el sistema ambiental fueron los siguientes, casi todos se correspondieron a los límites de otras unidades de gestión ambiental del POEL de Cozumel (2008):

- Límite Norte: Con UGA´s C2 y A9.
- Límite Sur: Con UGA ZF1
- Límite Este: Con UGA C3
- Límite Oeste: Con UGA A1

De esta manera queda delimitado el SA para el proyecto, como se muestra en la Figura 1. Considerando los límites establecidos para términos de análisis del SA, este contempla únicamente la zona terrestre con una superficie de 4,445,635.81 m^2 (444.56 ha).

Figura 1. Delimitación del Sistema Ambiental.

Como resultado del análisis de fotointerpretación se determinó que para el SA se distinguen 4 unidades ambientales por el tipo de cobertura vegetal, siendo en orden de mayor a menor superficie: vegetación de selva mediana subperennifolia con el 66.18%, vegetación manglar con 9.91%, vegetación secundaria con el 6.18% y por último matorral costero con 0.52%.

Asimismo, hay otras coberturas de índole natural como el cuerpo de agua ocupando el 0.81% y la playa arenosa misma que representa el 0.86% dentro del SA (Cuadro 1).

En cuanto a otras coberturas, el que presentó mayor superficie con un porcentaje de ocupación con 12.26% de la superficie del SA es el uso Urbano construido, seguido de la vialidad con 2.18%, brechas y caminos con 0.60%, áreas desprovistas de vegetación con 0.28% y finalmente con menor proporción áreas sin vegetación aparente con 0.22%.

Con base a los resultados obtenidos de la fotointerpretación se puede notar que el sistema ambiental está cubierto por más de la mitad vegetación de selva mediana subperennifolia, seguido por vegetación de manglar.

Cuadro 1. Superficies del SA cubiertos por los diferentes tipos de vegetación y asociaciones vegetales, según la fotointerpretación.

Tipo de vegetación	Superficie		
	m²	ha	%
Vegetación de selva mediana subperennifolia	2,941,905.45	294.19	66.18
Vegetación de manglar	440,637.98	44.06	9.91
Vegetación secundaria	274,845.35	27.48	6.18
Matorral costero	23,239.76	2.32	0.52
Subtotal	**3,680,628.54**	**368.05**	**82.79**
Otras coberturas			
Urbano Construido	545,213.79	54.52	12.26
Vialidad	97,125.58	9.71	2.18
Playa arenosa	38,244.36	3.82	0.86
Cuerpos de agua	36,055.89	3.61	0.81
Brechas y caminos	26,520.30	2.66	0.60
Desprovisto de vegetación	12,161.60	1.22	0.28
Sin vegetación aparente	9,685.75	0.97	0.22
Subtotal	**765,007.27**	**76.51**	**17.21**
Total	**4,445,635.81**	**444.56**	**100.00**

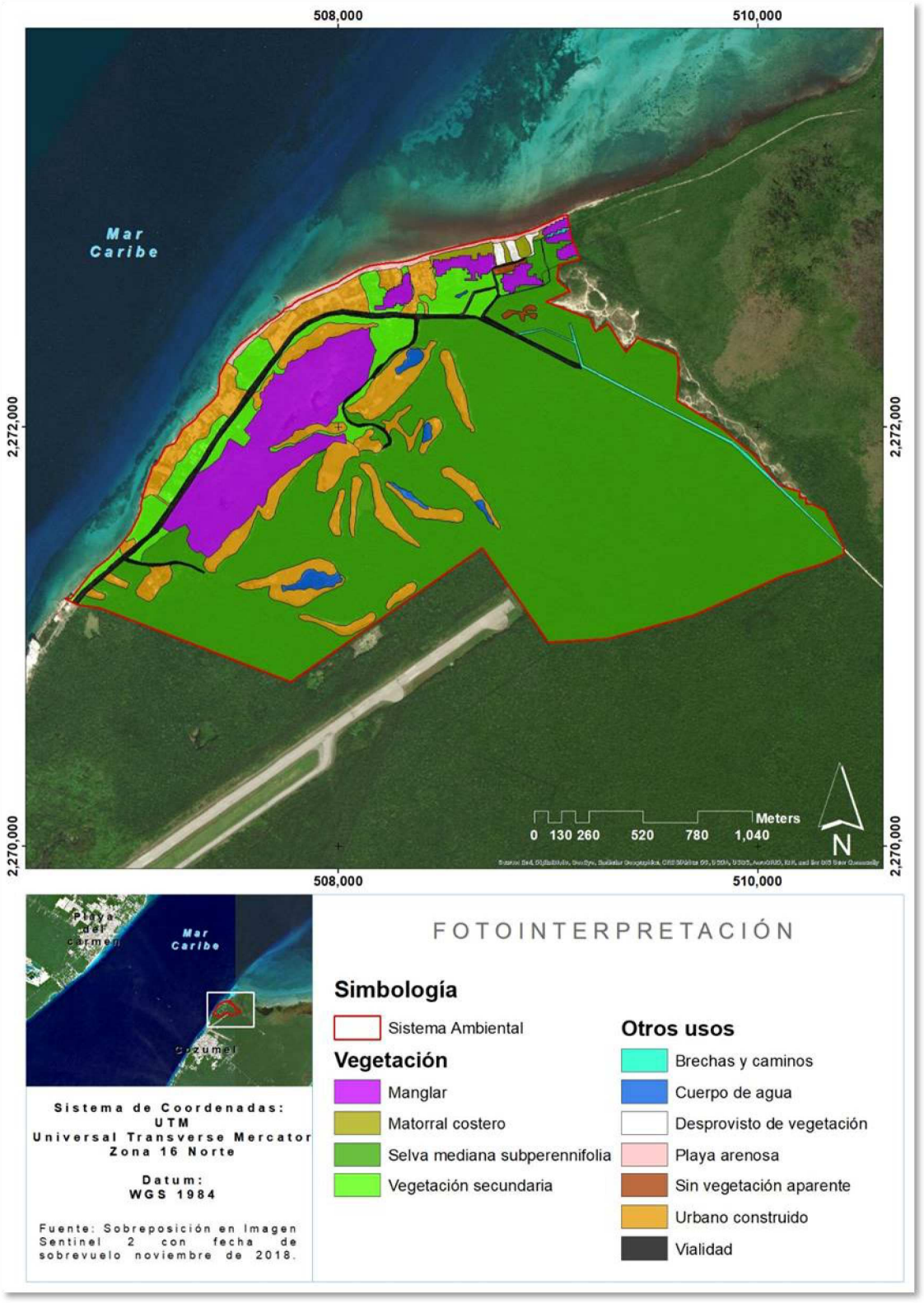


Figura 2. Fotointerpretación del sistema ambiental.

2.1. CONDICIONES AMBIENTALES DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA).

Con lo planteado anteriormente se puede concluir que el área de influencia o Sistema ambiental del proyecto presenta un estado de conservación alto, ya que más del 50% de su superficie está cubierto con vegetación en estado natural (selva mediana subperennifolia y vegetación manglar).

La Av. Rafael E. Melgar representa una infraestructura que fragmentó el SA tiempo atrás, siendo también una barrera física para ciertos grupos de fauna silvestre ya que en su trazo no se contemplaron pasos para cruce de fauna. Sin embargo, dicha vialidad aún es de terracería al norte del predio del proyecto, ya que apenas en el año 2019 se estaba conformando con materiales permanentes, quedando concluida hasta el límite este del predio de este proyecto. De ahí que aún no tiene flujo de tráfico continuo ni considerable, lo que permite que los vertebrados grandes se muevan entre los fragmentos de vegetación que hay en el sistema, y que se continúan con las áreas protegidas del norte, este y oeste.

En el borde de la carretera, así como en las áreas ajardinadas de los desarrollos turísticos o habitacionales en el sistema ambiental, han crecido, especies exóticas invasoras como *C. equisetifolia* y *T. catappa* las cuales son las más difundidas en estos ambientes, y otras especies exóticas como *Delonix regia* (flamboyán) y *Cassia fistula* (lluvia de oro), especies muy utilizadas en labores de jardinería antes de que la legislación ambiental restringiera su uso.

El gran tamaño de las especies exóticas invasoras dificulta la posibilidad de que se establezcan otras especies, especialmente las nativas debido a la sombra que generan, así como a sustancias inhibidoras del crecimiento que puedan ocasionar alelopatía.

El predio se ubica en el límite norte del plan maestro Cozumel Country Club, y en la parte interna, este plan maestro ya cuenta con un campo de golf, mismo que, aunque representa un proyecto antrópico, ha incorporado cuerpos de agua y vegetación que ha permitido continúe siendo hábitat para la fauna, al ofrecer estos recursos a dichos organismos. De ahí que el grado de conservación es medio en dicha área. Asimismo, la cercanía del polígono del predio con las ANP federales y estatales, y su colindancia con el campo de golf en su porción sur, también permitirá que la flora y fauna de sus áreas de conservación, tengan zonas por donde moverse y mantener su dinámica natural.

Un indicativo es la abundancia de especies de aves migratorias y la presencia de mamíferos los cuales solo se observan en zonas bien conservadas o de baja perturbación. Así mismo, se tuvo una alta actividad de quirópteros y a pesar de que la diversidad específica fue baja, la abundancia de individuos fue alta. La presencia de especies que requieren zonas conservadas y arboladas, como la Martucha (*P. flavus*) y el Tigrillo (*L. wiedii*), es un buen indicador del estado de conservación que tiene el área de estudio, y ello puede considerarse relevante y tenerse en cuenta en relación con la implementación de algún proyecto, ya que estas especies serán vulnerables a los cambios antropogénicos.

2.2. PREDIO DE INTERÉS.

El predio donde se pretende realizar el proyecto forma parte del Plan Maestro Cozumel Country Club. En éste se autorizó la construcción de una vialidad del Plan Maestro en una superficie de 620.20 m^2 (4.87 %) la cual no ha sido abierta y colinda con las obras realizadas por este plan maestro. La construcción de esta vialidad fue autorizada por medio del oficio No. S.G.P.A./DGIRA.DG.0974.03 de fecha 7 de junio de 2003 emitido por la DGIRA de la SEMARNAT y obtuvo autorización para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales mediante el oficio No. 03/ARRN/0502/2020 de fecha 11 de marzo de 2020 emitida por la Delegación Federal de la SEMARNAT en el Estado de Quintana Roo.

El predio en su mayor parte cuenta con vegetación de Selva Mediana Subperennifolia (93.99 %), una superficie de 620.20 m^2 (4.87 %) será ocupada por la vialidad del Plan Maestro, y posee una brecha de terracería (1.14 %) de tránsito peatonal (Figura 3).

Cuadro 2. Se indican las superficies por tipo de cobertura que posee el predio.

Tipos de vegetación	Superficie	%
Selva Mediana Subperennifolia	11,959.85	93.99
Vialidad autorizada para el plan maestro	620.20*	4.87
Brecha de terracería	144.56	1.14
Total	**12,724.61**	**100**

*Esta superficie está cubierta con vegetación de Selva Mediana Subperennifolia.

Flora

En la vegetación de selva mediana subperennifolia se registraron 32 especies y 19 familias botánicas. Las Leguminosas fueron las más representativas ya que se registraron 10 especies que significa el 31.25% del total.

De acuerdo a los resultados de la diversidad y equidad de la vegetación por estrato, se desprende que el estrato arbóreo fue el más diverso con 25 especies y que esta riqueza disminuye a más de la mitad en el estrato arbustivo, que sólo registra 11 especies, en tanto que el estrato herbáceo reporta apenas 8 especies, lo que implica que existe un proceso de regeneración regular, derivado de impactos naturales y antrópicos. Y que la diversidad es regular a buena, por lo que se puede inferir que hay un buen grado de conservación. Se considera una estructura y distribución específica regularmente homogénea, lo cual se puede inferir como una masa arbolada en regeneración posterior a impactos severos debido principalmente al huracán Wilma ocurrido en el año 2005, que afectó la Isla de Cozumel con categoría 5, es decir, vientos por arriba de los 270 km/Hr, lo que provocó la afectación de arbolado adulto con diámetro grande, de tal manera que ahora existen pocos árboles en esas categorías, y una mayor concentración en las categorías inferiores (menor a 15 cm). La altura promedio de los individuos muestreados fue de 6.8 m lo cual evidencia una fuerte densidad de arbolado y arbustivos de talla pequeña y pocos árboles dominando el estrato superior.

En términos generales, la composición específica de la selva mediana subperennifolia que se desarrolla en el predio donde pretende establecerse el proyecto, son característicos y típicas de la vegetación de la isla Cozumel.

En cuanto a especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 sólo se registró Nakax (*Cocothrinax readii*) fuera de los sitios de muestreo.

Fauna.

En el área de estudio se registraron un total de 88 especies de vertebrados, siendo el grupo más diverso las aves con 61, seguido de los reptiles 12, los mamíferos 9 y finalmente los anfibios con 6.

La baja perturbación en lo que corresponde al área de selva mediana ha permitido tener una diversidad importante de vertebrados, y en especial de especies migratorias y endémicas tanto de la Península de Yucatán como de la propia Isla de Cozumel.

Teniendo que durante el estudio se obtuvo el registro de 10 especies endémicas, siendo éstas ocho aves y dos mamíferos, dicha información debe tratarse como relevante ya que las especies endémicas pueden ser altamente susceptibles frente a la modificación de su hábitat.

La presencia de especies que requieren zonas conservadas y arboladas, como la Mico de noche (*P. flavus*) y el Tigrillo (*L. wiedii*), es un buen indicador del estado de conservación que tiene el área de estudio.

La zona de selva mediana no ha sufrido impactos importantes que afecten su funcionalidad ecológica ya que en ella se observan especies que ocupan el sitio para alimentación, refugio y reproducción.

Se tiene que los resultados estadísticos arrojaron datos interesantes de dominancia y de valores de importancia de especies que son sensibles a la perturbación antropogénica.

Un indicativo es la abundancia de especies de aves migratorias y la presencia de mamíferos los cuales solo se observan en zonas bien conservadas o de baja perturbación. Así mismo, se tuvo una alta actividad de quirópteros y a pesar de que la diversidad específica fue baja, la abundancia de individuos fue alta.

En el área de estudio se registraron un total de 12 especies incluidas en la Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de las cuales 6 corresponden a aves, 3 a mamíferos y 3 a reptiles.

3. PLANEACIÓN AMBIENTAL ESTRATÉGICA.

Para la planeación y diseño del proyecto fue necesario el apoyo de un equipo multidisciplinario (biólogos, ingenieros y arquitectos), quienes determinaron a través de diversos estudios (caracterización de flora y fauna, etc.), las áreas más susceptibles de ser aprovechadas.

De esta manera, y bajo los lineamientos establecidos en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Cozumel, por lo que se consideró lo siguiente:

- ✓ El proyecto consiste en un condominio con 2 edificios de 11.0 m de altura de tres niveles con roof garden, que albergarán un total de 32 villas, así como una palapa de amenidades, dos albercas con asoleaderos, andadores peatonales, circulaciones verticales, bodega y cuarto de basura, instalaciones y servicios, estacionamiento y áreas de conservación.

- ✓ La totalidad de las obras se desplantarán en una superficie de 3,655.08 m^2 que equivale al 28.73 % del predio. En el predio se autorizó una vialidad del Plan Maestro Cozumel Country Club en una superficie de 620.20 m^2 (4.87 %). La superficie restante, es decir 8,449.33 m^2 (66.40 %) se mantendrá como conservación con vegetación en estado natural y áreas reforestadas.

- ✓ Las obras quedarán principalmente en la sección norte y oeste del predio, ya que los edificios del condominio quedarán en forma de L pero no se unirán, sólo por los andadores peatonales. También se consideran obras al centro (albercas, palapa de amenidades y andadores peatonales de arena compactada) y al este y sur se dejará sin ocupar una sección con vegetación de selva mediana subperennifolia que podrá ser utilizada por la fauna. También a los costados de los edificios y entre los andadores peatonales se dejarán áreas con vegetación natural que pueden ser utilizadas por la fauna tolerante a las perturbaciones.

- ✓ En el predio se mantendrán áreas de conservación en el 66.40 % del predio, que proveerán sitios de refugio, alimentación y reproducción a la fauna que se registró, y donde los ejemplares podrán moverse para continuar utilizando esta área como hábitat, ya que se preservarán los recursos necesarios para su sobrevivencia y estas se conectarán al este con otras áreas con vegetación.

- ✓ Se tomarán las medidas necesarias para reducir las afectaciones a la flora y la fauna, garantizando con ello el mantenimiento del ecosistema y que continúe prestando sus servicios ambientales.

- ✓ Las áreas de conservación con vegetación natural del proyecto se conectarán con las áreas con vegetación colindante del Sistema Ambiental, y de esta forma la permanencia de los procesos biológicos locales de la fauna como su movilidad entre el sitio y la vegetación circundante, así como la disponibilidad de refugio y alimento.

Asimismo, durante la planeación del proyecto y en apego a la Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Cozumel, se presentan junto con la MIA-P los programas requeridos con estrategias enfocadas a la conservación de diversos recursos, entre ellos destacan:

1. Programa de Rescate de Flora.
2. Programa de Rescate de Fauna.
3. Programa de Manejo de Residuos Sólidos y Líquidos.

4. IMPACTOS POTENCIALES.

En la Matriz de Evaluación de Impactos y de Jerarquización, se analizaron los indicadores de cambio de un total de 11 factores ambientales, los cuales se describieron previamente, así mismo se identificaron 16 posibles impactos potenciales que se pueden generar durante la preparación del sitio, construcción y operación del proyecto **Condominio K'iino**.

De los 16 impactos potenciales identificados para el proyecto mediante la matriz de evaluación de impactos, 15 son negativos y uno es positivo.

Impactos durante la etapa de preparación del sitio.

En la etapa de preparación del sitio los impactos derivan de las actividades de trazo, marcaje, desmonte, instalación de obras provisionales y tapial, las actividades de rescate de flora y fauna, y los impactos derivados por parte de los trabajadores.

Los impactos que se pudieran generar en esta etapa están relacionados con las actividades de desmonte, reduciendo la superficie con cobertura vegetal, que a su vez implica cambios en el microclima, en la topografía, pérdida de suelo, compactación del terreno, cambios en los índices de absorción y pautas de drenaje. La presencia de personal y el retiro de la vegetación provocarán el desplazamiento de la fauna, cambios en su abundancia y fragmentación de su hábitat, y en caso de registrar fauna de lento desplazamiento se realizará su rescate y reubicación.

Para estas actividades se utilizará maquinaria y equipo, lo cual implica la emisión de contaminantes y el incremento en los niveles de ruido, así como la generación de residuos peligrosos como aceites quemados y estopas impregnadas de hidrocarburos. De la misma forma la presencia de personal implica la generación de residuos sólidos derivados del consumo de alimentos y la generación de aguas residuales.

<u>Impactos durante la etapa de construcción</u>

Los impactos negativos están relacionados con la presencia de trabajadores, actividades de excavación, nivelación y compactación y en sí la construcción de las obras propuestas, lo cual conlleva la generación de ruido y partículas contaminantes; así como la producción de residuos sólidos, líquidos y residuos peligrosos.

Durante esta etapa, la instalación de las obras no implica una afectación directa de los ejemplares de flora y fauna, sin embargo, impide que la fauna se acerque al sitio. No se prevén impactos sobre la flora ya que se colocará un tapial para delimitar el área de trabajo, sin embargo, en los bordes de las obras se prevé que se desarrolle vegetación secundaria.

Para la construcción de las obras se realizarán actividades de excavación, relleno y nivelación, lo cual tendrá un efecto sobre los patrones de escurrimiento e índices de absorción y pautas de drenaje. Asimismo, con las actividades de nivelación se producirá la compactación del suelo.

Las actividades de construcción de las obras conllevan el uso de maquinaria y equipo que implican la emisión de contaminantes y el incremento en los niveles de ruido. También se espera la generación de residuos derivados de la construcción, residuos sólidos y peligrosos por lo que se realizará un manejo adecuado de los residuos que se generen, así como afectaciones en la fauna por la generación de ruido.

En cuanto a los impactos benéficos, tendrán un efecto sobre la economía de la región por la adquisición de insumos y por la generación de empleos.

Impactos en la etapa de operación del proyecto

Los impactos negativos están relacionados con la operación del condominio, lo cual conlleva actividades de manejo de residuos, uso de agua y energía eléctrica, emisiones de gases, ruido, generación de aguas residuales, la presencia de inquilinos, así como los derivados de las actividades de mantenimiento.

La demanda de energía eléctrica se incrementará con la ocupación de las villas, sin embargo, se contempla el uso de equipos ahorradores.

De la misma forma, se incrementará el consumo de agua cuando se ocupen las villas y las aguas residuales que se generen se conducirán a través de la red de drenaje interno hacia los biodigestores con cisternas que se instalarán.

Los impactos benéficos están vinculados con la generación de empleos, ya que se contratará personal para llevar a cabo las actividades de mantenimiento del condominio.

5. IDENTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS CRÍTICOS PARA LA REALIZACIÓN DE LOS PRONÓSTICOS.

Para realizar el pronóstico de los posibles escenarios se consideró la dinámica ambiental en función de la intensidad y permanencia de los impactos ambientales residuales, de los no mitigables, de los mecanismos de autorregulación y estabilización de los ecosistemas que pudieran contrarrestarlos, y de los factores que determinan los procesos de deterioro y su interrelación.

6. DESCRIPCIÓN DE LOS POSIBLES ESCENARIOS.

Con base en la información obtenida a partir del SA, del análisis de impactos y de las medidas de mitigación, descritos en los capítulos IV, V y VI, respectivamente, se describen los posibles escenarios para el predio en particular, y para el SA considerando:

- Escenario 1. Condición actual, es decir, sin el desarrollo del proyecto.
- Escenario 2. Escenario con el desarrollo del proyecto sin la aplicación de medidas de prevención y mitigación.
- Escenario 3. Escenario con el desarrollo del proyecto y con la aplicación de medidas de prevención y mitigación.

6.1. ESCENARIO ACTUAL, CON PROYECTO SIN MEDIDAS Y CON PROYECTO CON MEDIDAS.

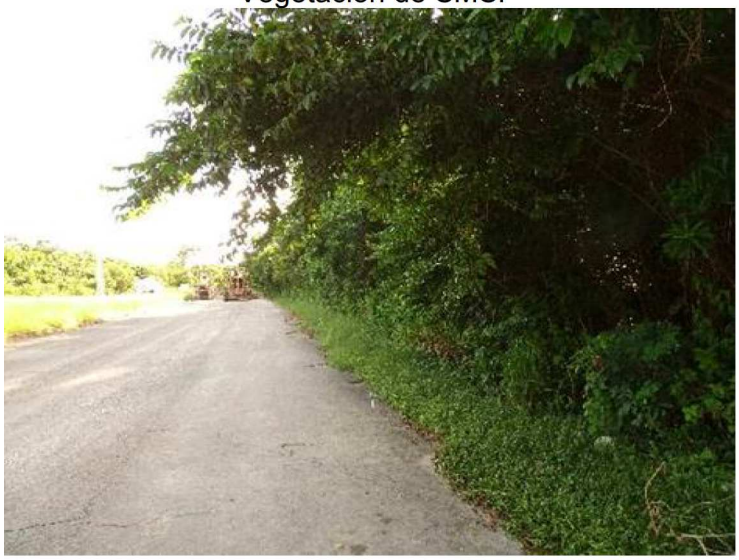
ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 (SIN PROYECTO)	ESCENARI COMPENSA
Estado de Conservación de los Ecosistemas	El área de influencia o Sistema ambiental del proyecto presenta un estado de conservación alto, ya que más del 50% de su superficie está cubierto con vegetación en estado natural (selva mediana subperennifolia y vegetación manglar). La Av. Rafael E. Melgar representa una infraestructura que fragmentó el SA tiempo atrás, siendo también una barrera física para ciertos grupos de fauna silvestre ya que en su trazo no se contemplaron pasos para cruce de fauna. Sin embargo, dicha vialidad aún es de terracería al norte del predio del proyecto, ya que apenas en el año 2019 se estaba conformando con materiales permanentes, quedando concluida hasta el límite este del predio de este proyecto. De ahí que aún no tiene flujo de tráfico continuo ni considerable, lo que permite que los vertebrados grandes se muevan entre los fragmentos de vegetación que hay en el sistema, y que se continúan con las áreas protegidas del norte, este y oeste. En el borde de la carretera, así como en las áreas ajardinadas de los desarrollos turísticos o habitacionales en el sistema ambiental, han crecido, especies exóticas invasoras como *C. equisetifolia* y *T. catappa* las cuales son las más difundidas en estos ambientes, y otras especies exóticas como *Delonix regia* (flamboyán) y *Cassia fistula* (lluvia de oro), especies muy utilizadas en labores de jardinería antes de que la legislación ambiental restringiera su uso. El gran tamaño de las especies exóticas invasoras dificulta la posibilidad de que se establezcan otras especies, especialmente las nativas debido a la sombra que generan, así como a sustancias inhibidoras del crecimiento que puedan ocasionar alelopatía. El predio se ubica en el límite norte del plan maestro Cozumel Country Club, y en la parte interna, este plan maestro ya cuenta con un campo de golf, mismo que, aunque representa un proyecto antrópico, ha incorporado cuerpos de agua y vegetación que ha permitido continúe siendo hábitat para la fauna, al ofrecer estos recursos a dichos organismos. De ahí que el grado de conservación es medio en dicha área. Asimismo, la cercanía del polígono del predio con las ANP federales y estatales, y su colindancia con el campo de golf en su porción sur, también permitirá que la flora y fauna de sus áreas de conservación, tengan zonas por donde moverse y mantener su dinámica natural.	El diseño de criterios eco Ecológico Loc No se colocar de conservaci áreas con veg La construcci medidas de pr a la flora y la f No se llevaría ejemplares de Se podría af comercializaci Se conforma exóticas invas propagarían fá Se generaría adecuado pue su vez, puede Los residuos vegetación y e sus condicion En caso de d estas se infil contaminación Se realizaría contaminación

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 (SIN PROYECTO)	ESCENARI COMPENSA
Vegetación	Como resultado del análisis de fotointerpretación se determinó que para el SA se distinguen 4 unidades ambientales por el tipo de cobertura vegetal, siendo en orden de mayor a menor superficie: vegetación de selva mediana subperennifolia con el 66.18%, vegetación manglar con 9.91%, vegetación secundaria con el 6.18% y por último matorral costero con 0.52%. Asimismo, hay otras coberturas de índole natural como el cuerpo de agua ocupando el 0.81% y la playa arenosa misma que representa el 0.86% dentro del SA. En cuanto a otras coberturas, el que presentó mayor superficie con un porcentaje de ocupación con 12.26% de la superficie del SA es el uso Urbano construido, seguido de la vialidad con 2.18%, brechas y caminos con 0.60%, áreas desprovistas de vegetación con 0.28% y finalmente con menor proporción áreas sin vegetación aparente con 0.22%. Con base a los resultados obtenidos de la fotointerpretación se puede notar que el sistema ambiental está cubierto por más de la mitad vegetación de selva mediana subperennifolia, seguido por vegetación de manglar. El predio en su mayor parte cuenta con vegetación de Selva Mediana Subperennifolia (93.99 %), una superficie de 620.20 m^2 (4.87 %) será ocupada por la vialidad del Plan Maestro, y posee una brecha de terracería (1.14 %) de tránsito peatonal. En la vegetación de selva mediana subperennifolia se registraron 32 especies y 19 familias botánicas. Las Leguminosas fueron las más representativas ya que se registraron 10 especies que significa el 31.25% del total. El estrato arbóreo fue el más diverso con 25 especies y que esta riqueza disminuye a más de la mitad en el estrato arbustivo, que sólo registra 11 especies, en tanto que el estrato herbáceo reportó apenas 8 especies, lo que implica que existe un proceso de regeneración regular, derivado de impactos naturales y antrópicos. Sólo se registró una especie enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, que corresponde a la palma nacax (*Coccotrhrinax readii*). Sin el proyecto, se mantendrán las condiciones actuales de la vegetación	Al llevar a cab se afectaría la que: No se respeta afectaría la ve con vegetació Las obras reba lo establecido Local del Mun Se causaría actividades de las condicion vegetación. Se produciría desarrollarían descubiertas. Debido a qu afectaciones a afectadas dur o por dispe construcción. No se realiza perderían la t aprovechamie de la palma na en la NOM-0 amenazada. No se realizar nativas. Se conforma emplearían invasoras, que

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 (SIN PROYECTO)	ESCENARI COMPENSA
Fauna	En el área de estudio se registraron un total de 88 especies de vertebrados, siendo el grupo más diverso las aves con 61, seguido de los reptiles 12, los mamíferos 9 y finalmente los anfibios con 6. La baja perturbación en lo que corresponde al área de selva mediana ha permitido tener una diversidad importante de vertebrados, y en especial de especies migratorias y endémicas tanto de la Península de Yucatán como de la propia Isla de Cozumel. La presencia de especies que requieren zonas conservadas y arboladas, como la Martucha (*P. flavus*) y el Tigrillo (*L. wiedii*), es un buen indicador del estado de conservación que tiene el área de estudio. La zona de selva mediana no ha sufrido impactos importantes que afecten su funcionalidad ecológica ya que en ella se observan especies que ocupan el sitio para alimentación, refugio y reproducción. Se tiene que los resultados estadísticos arrojaron datos interesantes de dominancia y de valores de importancia de especies que son sensibles a la perturbación antropogénica. Un indicativo es la abundancia de especies de aves migratorias y la presencia de mamíferos los cuales solo se observan en zonas bien conservadas o de baja perturbación. Así mismo, se tuvo una alta actividad de quirópteros y a pesar de que la diversidad específica fue baja, la abundancia de individuos fue alta. En el área de estudio se registraron un total de 12 especies incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, de las cuales 6 corresponden a aves, 3 a mamíferos y 3 a reptiles.	Al desarrollar afectaría la fa reubicación. Durante las a muerte de va como nidos. La presencia ya sea por la algunas espe especialmente Se podría afec selva mediana la fauna. Las obras de fragmentación conservación la fauna hacia limitando su conducta. La presencia del suelo y ag residuos, lo q fauna nociva. El uso de r provocarían qu con vegetació Se reducirían predio, ya que hábitats y los el sitio para al Solo se mar perturbados, necesarios pa a sitios en bue

Vegetación de SMSP

Vegetación de SMSP

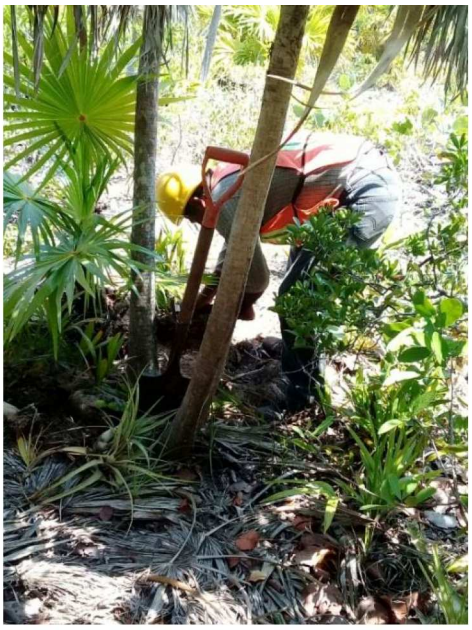


Carretera Costera Norte que colinda con el predio

Brecha existente

Acceso al Plan Maestro

Lago del Campo de golf colindante



Sin medidas de mitigación, no se realizarían acciones de rescate, afectando un mayor número de ejemplares de especies enlistadas en alguna categoría de riesgo.

Con medidas, se realizarán acciones de rescate de flora, dando prioridad a especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Sin medidas de mitigación, no se realizarían actividades de reforestación empleando especies nativas. Se utilizarían especies exóticas invasoras.

Con medidas, se realizarían actividades de reforestación empleando únicamente especies nativas, por lo que se crearán hábitats para la fauna.

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 (SIN PROYECTO)	ESCENAR COMPENS
Topografía	De acuerdo con el modelo de elevación digital del predio, se determinó que el predio presenta niveles de 3.9 msnm a 5.8 msnm. Se observa que la parte más alta del terreno del predio corresponde a la cota de 5.85m ubicada en la parte Norte del predio. La cota (elevación) más baja es de 3.9 ubicado en la parte Sur del predio en dirección Este-Oeste. Sin el proyecto, la topografía se mantendría en las mismas condiciones.	Se realizaría superficie de y nivelación Las excava tiempo mayo Durante las niveles pro conservació Las excava mecánica ocasionar la
Suelo	En el sistema ambiental se encuentran suelos tipo solonchack y leptosoles: Solonchak: Del ruso sol, sal y chak, zona salada. Suelos con enriquecimientos en sales fácilmente solubles en algún momento del año, formados en ambientes de elevada evapotranspiración. Las sales son apreciables cuando el suelo está seco y en la mayoría de las veces en la superficie formando una costra de sal. Las sales afectan la absorción de agua por las plantas y afectan el metabolismo del nitrógeno. Existen dos patrones de distribución principal: los Solonchaks de influencia marina, y los Solonchaks continentales con extrema evapotranspiración. Además de compartir los mismos tipos de vegetación que los Solonetz, los Solonchaks también están distribuidos en manglares y algunos mezquitales. Leptosol : Del griego teptos, delgado. Del griego Lithos, piedra. Incluyen los antiguos Litosoles y otros suelos con menos de 25 cm de espesor o con más de 80% de su volumen ocupado por piedras o gravas. Son muy susceptibles a la erosión. El uso principal de este suelo es para agostadero. Sin el proyecto, se mantendrá la capa de suelo que posee.	No se realiz desmonten. Se realizaría sólidos, de ocasionar l subterránea. Se realizarí ocasionando suelo y su co Se llevarían lo que podr fisicoquímica El proyecto afectando m dicha superf Se dejaría ex incrementan degradación
Agua	De manera general el Municipio de Cozumel, el sistema ambiental y el área de estudio, se ubican en la región hidrológica Yucatán Norte (RH32) la cual se	La construc llevaría a ca mecánica de

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 (SIN PROYECTO)	ESCENAR COMPENS
	localiza en el extremo norte del estado de Quintana Roo (Diario Oficial de la Federación, 2013). Esta región abarca 56 443 km², distribuidos entre los tres estados de la Península de Yucatán. Al mismo tiempo, esta región se caracteriza por presentar una precipitación promedio que va de 800 mm en el norte a más de 1,500 mm al sureste de la cuenca y con un rango de escurrimiento de 0 a 5% en casi toda la superficie, excepto en las franjas costeras que tienen de 5 a 10% o 10 a 20% debido a la presencia de arcillas y limos. Las características geológicas de la Isla de Cozumel, estructurada por rocas calizas de alta permeabilidad, limita la formación de corrientes superficiales, ya que el agua de lluvia que se precipita se infiltra rápidamente al manto freático. El grado de escurrimiento superficial es casi nulo, sin embargo, existen lagunas costeras localizadas en el extremo sur y norte de Cozumel. En Cozumel, casi la totalidad del subsuelo forma parte del acuífero subterráneo, que está formado por una gran lente de agua dulce que flota por su menor densidad sobre una de agua salada, por lo que la mayor parte de la isla es considerada como un acuífero del tipo libre de aguas freáticas. La conservación e este acuífero es de suma importancia, ya que representa el único sustento de agua dulce para la población de Cozumel y para la comunidad biótica que habita en la isla. La parte de mayor recarga y grosor del acuífero es la zona centro de la Isla, en donde se ubica la Reserva Estatal de selvas y humedales de Cozumel. El agua que se infiltra fluye hacia la costa a través del subsuelo de manera radial hasta llegar al mar. Este acuífero nutre de agua a las zonas inundables y las lagunas costeras presentes en Cozumel, agua que posteriormente termina por mezclarse con la influencia marina. La interfase salina se encuentra entre los 15 y 23 m en su parte central, pero el grosor de la lente de agua dulce disminuye hacia la costa hasta alcanzar un valor de 0 m, debido a esto los pozos para el aprovechamiento de agua se localiza en en la parte	estabilidad d disolución de La totalidad impermeable Lo anterior acuífero. Se reduciría captación de al realizar el al ocupar dic Se realizarí llegar al mar del agua sub No se utiliza techadas.

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 (SIN PROYECTO)	ESCENAR COMPENS
	central, dentro del polígono del ANP de selvas y humedales de Cozumel, lo que hace evidente la importancia de realizar un aprovechamiento sustentable del acuífero, pues de lo contrario podría provocar un incremento de la salinidad del subsuelo que afectaría severamente a la vegetación que reside en la Reserva. Un estudio realizado para conocer la calidad de agua subterránea de los pozos ubicados en la zona de mayor uso de agua dulce en Cozumel, señaló que la zona centro-norte es un área importante con buena calidad de agua dulce por la baja conductividad eléctrica y cloruros que presentó (figura 5). Además, corroboró que el comportamiento de algunas variables fisicoquímicas del acuífero, dependen de los cambios estacionales. El INEGI caracteriza al predio como material consolidado con posibilidades altas de comportarse como un acuífero.	
Aire	En el Sistema Ambiental hay varias fuentes fijas de emisiones a la atmósfera provenientes de los desarrollos que se ubican en la zona costera como son el Club Cozumel Caribe, el Melia Cozumel Golf All Inclusive, el Cozumeleño Beach Resort all Inclusive. También hay puntos móviles que generan ruido, como el tránsito de vehículos sobre la Carretera Costera Norte. Sin embargo, el tránsito vehicular es reducido, considerando que el plan maestro Cozumel Country Club es uno de los últimos terrenos de la zona costera norte. Cuando sea construida la vialidad que se autorizó dentro del predio también se generarán emisiones de gases y ruido derivados del empleo de maquinaria. Posteriormente, cuando esté operando se producirá ruido derivado del paso de vehículos. En el Plan Maestro Cozumel Country Club hay algunos proyectos que se encuentran en desarrollo, en los cuales se produce ruido y se generan gases derivados del uso de la maquinaria.	Al desmonta incrementarí invernadero. Al mantener absorberían que contribu En las área temperatura Se increme atmósfera po lo que rep principalmen No se respe mucho ruido especies de Se generaría materiales construcción Las partícula conservación

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 (SIN PROYECTO)	ESCENAR COMPENS
		agua y los Cozumel Co No se reali equipos, bo durante la op

Sin medidas de mitigación, se llevaría la disposición inadecuada de los residuos que se generen provocando contaminación al suelo y al agua.

Con medidas, se realizará el manejo adecuado de los residuos, conforme al Programa de Manejo de Residuos Sólidos y Líquidos.

Con medidas, se mantendrá la maquinaria y equipo en buenas condiciones de afinación para reducir las emisiones de humos y ruido.

Sin medidas de mitigación, no se realizaría el mantenimiento de la maquinaria y equipo, lo que podría ocasionar mayores emisiones de contaminantes, ruido y provocar fugas de aceite.

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 (SIN PROYECTO)	ESCENA COMPEN
MEDIO SOCIOECONÓMICO		
Residuos	De acuerdo con el Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo, 2009-2013, se registró que para el Estado de Quintana Roo la media de generación de residuos es de 0.87 Kg/persona/día.	En el proye de los resi su disposic provocar c agua subte Los residu conservaci No se real que llegue No se llev residuos qu La disposic proliferació No se lleva sanitarios enfermeda No se verif cuales pod empresas limpieza y de tratamie En la etap residual de agua, prov Los residu residuos s llevarían a impactos y
Demanda de infraestructura de servicios	El acuífero del Estado de Quintana Roo tiene una disponibilidad media de agua de 301.70 MMm^3 anuales (CONAGUA, 2018). Las regiones en donde la disponibilidad es menor a 1,700 m^3 por año se considera	No se reali lo que los fisiológicas proliferació

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 (SIN PROYECTO)	ESCENA COMPEN
	que presentan "estrés hídrico", donde puede presentarse escasez con frecuencia. De acuerdo con lo anterior, no se presenta escasez de agua. La zona del proyecto cuenta con infraestructura para el suministro de energía eléctrica, que será proporcionada por CFE. El agua requerida para su construcción provendrá de pipas del servicio público. Para la etapa operativa del proyecto será suministrada a través de pipas y almacenada en la cisterna general con la que cuenta el Plan Maestro. El agua será conducida desde la cisterna general por medio de la tubería instalada en la berma de servicios de las vialidades generales hasta el predio y de ahí se distribuirá por una red interna a las cisternas de cada edificio. En la zona no hay conexión para la red de drenaje, por lo que las aguas residuales que se generen serán conducidas a través del drenaje interno hacia los biodigestores que se instalarán, donde recibirán el tratamiento adecuado. El agua tratada será almacenada en cisternas donde será clorada para su reúso, previo cumplimiento de la normatividad aplicable. Cuando exista factibilidad para conectarse a la red de drenaje se realizará la conexión del proyecto.	Se utilizarí actividades Se tendría que no se su consum Durante la de agua, y ambientale No se utiliz No se reali agua en to No se llev acerca de eléctrica.

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 (SIN PROYECTO)	ESCENA COMPEN
Transporte y flujo de tráfico	Se tendrá acceso al predio a través de la Carretera Costera Norte que colinda con el predio. El flujo del tráfico en la Carretera Costera Norte es continuo, pero de baja magnitud, y es la única vía que llega a los desarrollos del norte de la isla. Sin el proyecto, el flujo de vehículos continuará en las mismas condiciones.	Los vehícu velocidad. Se genera disposición
Paisaje	El SA se encuentra con áreas de vegetación natural, zonas con infraestructura y sin vegetación. En general se encuentra en buen estado de conservación, cabe mencionar que el SA es cercano al Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel y al Área Natural Protegida con la categoría de Reserva Estatal la Región denominada Selvas y Humedales de Cozumel. La concentración demográfica y turística en la zona de influencia del proyecto es baja, ya que el predio se ubica al final de la vialidad principal de la zona costera norte donde la afluencia turística se restringe a los hoteles y residencias que hay de manera distante, y considerando que el Campo de golf del Plan Maestro Cozumel Country Club es el último desarrollo aún en proceso de conformación gradual. La mayor concentración de personas se da en la zona centro de la isla donde arriban los cruceros y transporte marítimo, zona que queda fuera del sistema ambiental. La concentración demográfica más cercana se encuentra al Norte, con Beachouse Dive Hostel Cozumel y al Sur con el Club de Golf del Plan Maestro Cozumel Country Club. Fuera del SA del lado Este se encuentra el Aeropuerto de Cozumel. La accesibilidad al predio es por la Carretera Costera Norte o Av. Rafael E. Melgar y la vialidad principal del Plan Maestro Cozumel Country Club. Sin el proyecto, se mantendrá el paisaje del predio.	No se colo Las afectac maquinaria darían un r Una vez qu residuos qu negativo so Los residu conservaci No se asig descarga d Se permitir que podría la vegetaci
Economía	En el año 2019 en el Estado de Quintana Roo se atendieron 26.4 millones de pasajeros en aeropuertos del estado, se registraron 22.8 millones de visitantes y	El proyecto mitigación funcionami

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 (SIN PROYECTO)	ESCENA COMPEN
	7.2 millones de cruceristas, generando una derrama económica de más de 15,000 millones de dólares. En el 2018, Cozumel contaba con 3,748 habitaciones. La ocupación hotelera en el primer trimestre del año según datos preliminares de la Secretaría de Turismo de Quintana Roo fue del 79.2%, apenas inferior a la del mismo lapso de 2016. 51.6% de los turistas que se alojaron en los hoteles de la isla procedieron de Estados Unidos y 32.8% fueron nacionales, principalmente de la Ciudad de México. El segmento de edad predominante fue el de mayores de 60 años y destaca que los amigos y visitas anteriores son las principales razones para haber escogido Cozumel. Los turistas que se hospedaron en los hoteles de la isla tuvieron una estancia promedio de 7.7 días y viajaron en grupos de 3.3 personas (SEDETUR, 2018). El año pasado (2019) el Presidente Municipal de Cozumel, Pedro Joaquín sostuvo que en mayo los esfuerzos realizados por la actual administración se reflejaron en la llegada de 565 mil 48 paseantes por vía aérea, crucero, ruta federal Playa del Carmen-Cozumel y transbordador, en comparación con los 522 mil 892 personas del mismo periodo de 2018, es decir, 42 mil 156 viajeros más, según cifras proporcionadas por el Grupo Aeroportuario del Sureste (Asur), la Administración Portuaria Integral de Quintana Roo (Apiqroo), Dirección de Turismo Municipal. De la llegada de viajeros, por vía aérea fueron 40 mil 771 viajeros nacionales e internacionales; en cruceros, 309 mil 959; en la ruta federal Playa del Carmen-Cozumel, 195 mil 118 y, por transbordador, 19 mil 200, para un total de 565 mil 48 turistas (Turismo y Desarrollo Económico, 2019).	economía Club y la z

7. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL.

Los proyectos en una zona con valores ambientales importantes deben considerar una serie de acciones dirigidas a la conservación de los mismos, siendo una de las herramientas más útiles la implementación de un *Programa Integral de Manejo Ambiental* (PIMA). Éste consiste en distintos programas o medidas encaminadas a disminuir los posibles impactos al medio ambiente.

El PIMA busca definir estrategias de prevención y mitigación de los impactos ambientales potenciales de generarse por el desarrollo de un proyecto. Los esfuerzos en las distintas etapas del proyecto, consideran los diferentes actores que participan en el mismo y se proponen acciones que conllevan al cumplimiento de la normatividad ambiental vigente, y adicionalmente es un esquema de autorregulación voluntaria.

La implementación y ejecución del *Programa Integral de Manejo Ambiental,* exige que se contemplen todos los procesos que tengan una implicación ambiental, teniendo como base una capacitación y sobretodo una concientización ambiental de los trabajadores del proyecto. De igual manera, se busca un manejo eficiente de los recursos (agua, combustibles, luz, etc.) lo cual conlleva un beneficio no sólo ambiental sino económico a favor de los costos del proyecto.

Una integración completa de todas las actividades a desarrollar en cada una de las etapas que conforman el proyecto, así como la intervención directa de todos los actores que participan a lo largo de su desarrollo incluyendo a los usuarios, es crucial para gestionar exitosamente el *Programa Integral de Manejo Ambiental*.

Considerando que la empresa deberá cumplir con las medidas de mitigación propuestas por el mismo, las impuestas por la autoridad, y con el fin de que las propuestas sean tomadas en cuenta dentro de un esquema de cumplimiento coherente y de fácil aplicación, se propone que la empresa adopte un *Programa Integral de Manejo Ambiental* para realizar actividades acordes con el desarrollo sustentable.

Este Programa Integral de Manejo Ambiental se ha integrado de los siguientes programas incluidos en esta MIA-P, todos ellos para contribuir a la prevención, mitigación y/o compensación de los impactos potenciales de este proyecto:

1. Programa de Rescate de Flora
2. Programa de Rescate de Fauna.
3. Programa de Manejo de Residuos Sólidos y Líquidos.

<u>Preparación del sitio, Construcción y Operación</u>.

Durante la preparación del sitio, construcción y la operación del proyecto, se implementarán las medidas que se proponen en el Capítulo VI de la presente MIA-P, siendo las más relevantes las siguientes:

Cuadro 3. Actividades que conforman el Programa Integral de Manejo Ambiental del proyecto en sus diferentes etapas.

Preparación del sitio	Construcción	Operación
Contratación de personal local	Contratación de personal local	Contratación de personal local
Manejo adecuado de los residuos sólidos, líquidos y peligrosos.	Manejo adecuado de los residuos sólidos, líquidos y peligrosos.	Manejo adecuado de los residuos sólidos, líquidos y peligrosos.
Instalación de sanitarios portátiles.	Limpieza de los sanitarios portátiles y canalización de las aguas residuales a sitios autorizados.	Canalización de las aguas residuales a través de la red de drenaje interna del condominio hacia los biodigestores donde serán tratadas. El agua tratada deberá cumplir con la normatividad para su reúso.
Colocación de letreros informativos indicativos y restrictivos.	Mantenimiento de letreros informativos indicativos y restrictivos.	Capacitación en materia ambiental y de seguridad.
Rescate de flora	Actividades de reforestación Monitoreo de la vegetación de las áreas de conservación	Monitoreo de la vegetación de las áreas de conservación
Rescate de fauna	Protección de la fauna Monitoreo de la fauna de las áreas de conservación.	Protección de la fauna Monitoreo de la fauna de las áreas de conservación.
Colocación de malla electrosoldada	Actividades dentro del área de aprovechamiento.	Monitoreo y vigilancia de las áreas de conservación
Materiales provendrán de fuentes autorizadas	Materiales provendrán de fuentes autorizadas	Instalación de equipos ahorradores, buenas prácticas ambientales
Preparación de equipo y maquinaria	Mantenimiento de la maquinaria y equipo	Mantenimiento periódico de equipos y de las instalaciones.
Supervisión ambiental	Supervisión ambiental	Supervisión ambiental

8. CONCLUSIONES.

El proyecto "Condominio Kiino" se ejecutará de manera adecuada para evitar impactos negativos por malas prácticas en materia ambiental.

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 proyecto turístico habitacional 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:

- ✓ El predio donde se pretende establecer el proyecto corresponde al polígono A del Plan Maestro Cozumel Country Club, por lo que ya estaba previsto su desarrollo desde que obtuvo autorización el Plan Maestro "Cozumel Country Club", en el año 1999.

- ✓ Para el proyecto se contempla aprovechar una superficie de 3,655.08 m^2, que equivale al 28.73 % del predio, se utilizará un CUS de 7,498.98 m^2, que representa el 0.59. En cuanto a la densidad, se propone construir 32 villas, equivalentes a 64 cuartos en dos edificios de 3 niveles de 11.0 m de altura, por lo que se cumplirá con los parámetros permitidos en el POEL de Cozumel.

- ✓ Para el proyecto se ocupará para las obras una superficie de aprovechamiento de 3,655.08 m^2, que representa el 28.73 % del predio. Se requiere realizar la remoción de la vegetación en una superficie de 3,621.57 m^2, que representa el 28.46 % del predio, y el 0.08% del sistema ambiental, lo cual se considera mínimo. La vegetación donde se desplantará el proyecto corresponde a selva mediana subperennifolia en estado de regeneración, ya que fue impactada por el paso del huracán Wilma en 2005.

- ✓ Las obras quedarán principalmente en la sección norte y oeste del predio, ya que los edificios del condominio quedarán en forma de L pero no se unirán, sólo por los andadores peatonales. También se consideran obras al centro (albercas, palapa de amenidades y andadores peatonales de arena compactada), y al este y al sur se dejará sin ocupar una sección con vegetación de selva mediana subperennifolia que podrá ser utilizada por la fauna. También a los costados de los edificios y entre los andadores peatonales se dejarán áreas con vegetación natural que pueden ser utilizadas por la fauna tolerante a las perturbaciones.

- ✓ En el predio se mantendrán áreas de conservación en el 66.40 % del predio, que proveerán sitios de refugio, alimentación y reproducción a la fauna que se registró, y donde los ejemplares podrán moverse para continuar utilizando esta área como hábitat, ya que se preservarán los recursos necesarios para su sobrevivencia y estas se conectarán al este y al sur con otras áreas con vegetación.

- ✓ En las áreas de conservación se mantendrá la vegetación de Selva Mediana Subperennifolia en condiciones naturales y no se permitirá el paso del personal y los inquilinos hacia esta zona. En estas áreas se preservará la flora y fauna y los servicios ambientales que estos ecosistemas proveen, manteniendo la continuidad de la vegetación con los predios aledaños donde podrá desplazarse la fauna.

- ✓ La construcción de las obras no alterará el flujo de agua subterránea, dado que la cimentación de las obras se realizará con zapatas por lo que las obras quedarán sobre el nivel de la plataforma. La cimentación final será determinada de acuerdo con lo que estipule el estudio de mecánica de suelos. El proyecto propone medidas para mitigar los impactos en la hidrología superficial.

- ✓ El proyecto ha descrito la forma en la que dará cumplimiento a los instrumentos normativos vigentes en materia urbana y ambiental con el fin de apegarse a las estrategias de protección del SA.

- ✓ El proyecto generará impactos positivos relacionados con la generación de empleos permanentes y la adquisición de insumos para la construcción y operación del proyecto. Se realizarán actividades de reforestación en la brecha existente que no será utilizada por el proyecto, empleando especies nativas promoviendo con ello la creación de hábitats para la fauna.

- ✓ Se considera que la mayor parte de los impactos ambientales negativos potenciales de generarse, son puntuales, y además el proyecto propone una serie de medidas de mitigación que disminuyen los impactos previstos.

- ✓ La implementación de las medidas de mitigación propuestas aumentará el esfuerzo encaminado a proteger los recursos de la zona de manera directa o indirecta.

CAPÍTULO VIII

IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

INDICE

1. METODOLOGÍA PARA LA CARACTERIZACIÓN DEL PREDIO. 3
1.1 CARACTERIZACIÓN DE FLORA. 3
1.2 METODOLOGÍA PARA LA CARACTERIZACIÓN DE FAUNA. 9
2. METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES. 20
2.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES AMBIENTALES. 21
2.2 IDENTIFICACIÓN DE INDICADORES DE CAMBIO: 22
2.3 VALORACIÓN DEL TIPO Y CARACTERÍSTICAS DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS.23
3. REFERENCIAS. 28

1. METODOLOGÍA PARA LA CARACTERIZACIÓN DEL PREDIO.

1.1 CARACTERIZACIÓN DE FLORA.

Para realizar la descripción del sitio se realizaron diversos análisis tanto cuantitativos como cualitativos de la flora, apoyados en las técnicas y recomendaciones metodológicas descritas en el material bibliográfico especializado que a continuación se enlista: Krebs (1985), Begon *et al.* (1986), Mostacedo y Fredericksen (2000), y Programa Estatal de Ordenamiento Territorial del estado de Quintana Roo (2005).

La vegetación del predio se caracterizó de acuerdo a criterios fisonómicos mediante la secuencia que a continuación se describe:

A) Información preliminar y prospección.

El trabajo de campo de prospección y muestreo, se llevó a cabo en julio y agosto de 2016. Para el reconocimiento preliminar del área y para la fotointerpretación, se analizaron los siguientes elementos:

- Imagen de satélite obtenida del programa Google Earth.
- Imagen de satélite obtenida de la plataforma Europe's Eyes On Earth. Sentinel 2 con fecha de sobrevuelo noviembre de 2019.
- Carta temática INEGI de vegetación y uso de suelo Serie VI (2017), Escala 1:250000.
- Ortofotomosaico obtenido con un equipo drone (Modelo-3DR SOLO DRONE BLACK).

El análisis espacial se realizó con el software de sistemas de información geográfica (SIG) Arcmap 10.1 y para la cartografía básica del predio, se utilizó el software de diseño asistido Autocad.

Con el apoyo del Sistema de Posicionamiento Global (GPS), marca Garmin modelo GPSmap 76csx, se ubicaron los diferentes puntos de muestreo en todas las etapas y puntos de apoyo para el procesamiento de la fotografía digital. Las lecturas se registraron en coordenadas UTM (Proyección Universal Transversa de Mercator) con Dátum WGS84, para la zona (Región 16N).

Con base en las imágenes antes mencionadas del predio, se reconoció un primer patrón de distribución de la vegetación, mismo que se corroboró y modificó mediante el trabajo de campo que comprendió los recorridos prospectivos y muestreos. Para documentar el trabajo de campo y el registro de algunas especies vegetales, se tomaron fotografías con una cámara digital marca Fujifilm, modelo FinePix S1000fd de 10 Mp.

El método de muestreo que se aplicó ha sido sugerido, aplicado y adaptado por diversos ecólogos en evaluación de comunidades biológicas densas, y ha sido plasmado específicamente para el muestreo de comunidades vegetales por Fredericksen y

Mostacedo (2000), quienes señalan que es un método que permite el muestreo en sitios homogéneamente distribuidos a lo largo y ancho del área de estudio, mismo que a continuación se describe:

Se planteó una red de muestreo conformada por "4" sitios **(vegetación de selva mediana subperennifolia)** distribuidos de manera sistemático en el predio donde se desarrollará el proyecto, de manera que el levantamiento de datos sea representativo de la zona. Finalmente, la distribución de los sitios de muestreo quedó conforme se señala en la figura 1.

Sitio	X	Y
1	508,428.00	2,272,497.00
2	508,485.00	2,272,497.00
3	508,434.00	2,272,449.00
4	508,495.00	2,272,455.00

Figura 1. Ubicación de los sitios de muestreo dentro del área de estudio.

B) Diseño de Muestreo

Se aplicó un muestreo sistemático en sitios ubicados de manera equidistante, mediante el uso de una retícula digital, obteniéndose la coordenada de referencia para cada sitio como se indica en el plano. La distribución de los sitios se realizó considerando las diferentes condiciones de cobertura.

Las unidades de muestreo son sitios circulares de 500 m^2 para la vegetación de selva mediana subperennifolia. En todos los casos se midieron todos los árboles o individuos de especies que por su abundancia tuvieran más de 10 cm. de diámetro normal (DN).

Dentro de los sitios, en cualquier tipo de condición y tipo de sitio, se establecieron dos subparcelas anidadas, una para arbustivos y otra para herbáceas. Para el estrato arbustivo se levantaron sitios de forma cuadrada de 5 x 5 m tomando como origen el centro del sitio (donde se ubica la coordenada de referencia del sitio). En estos sitios se levantó la información de arbustivos con diámetros de los 2 cm y hasta menores a 10 cm.

Para las herbáceas se procedió de igual manera, se hicieron sitios cuadrados (4 m^2) de 2 x 2 m en el que se levantó la información de las especies encontradas.

C) Parámetros considerados

Número de sitio. - Se asignaron números consecutivos a cada sitio. Este número se anotó en una cinta fluorescente colocada en una rama verde del árbol o una baliza. El número consecutivo fue independiente del tipo de vegetación toda vez que esta designación fue realizada desde la planeación del inventario.

Marcado de árbol muestreado. - Se marcaron todos y cada uno de los árboles conforme a la ubicación de la base del fuste, iniciando el registro a partir de un azimut 0º y siguiendo la dirección en el sentido de las manecillas del reloj, hasta concluir el conteo y registro de individuos a los 380º azimut.

Especie. - Se anotó el nombre común y/o científico para cada uno de los árboles localizados.

Código de la especie. - Con base en una lista previamente establecida, se asignaron números para cada una de las especies, conforme a una lista elaborada a partir de los nombres comunes más conocidos.

Diámetro. - Se midió el diámetro a 1.30 m a la altura del árbol, lo que se conoce comúnmente como diámetro normal (DN) o diámetro a la altura del pecho (DAP), utilizando para ello una cinta diamétrica. Para especies con estatus que no dieron la talla para medir DN se midió el diámetro basal.

Altura. - Se midió la altura total y la altura del fuste comercial, utilizando una regla telescópica.

Sanidad. - El estado fitosanitario del arbolado se determinó a simple vista, considerando tres categorías dependiendo de la severidad del daño. De esta manera, se calificó con "1" a los individuos sanos; con "2" a los árboles con algún daño físico aparente (descopados, sámagos, huecos, etc.). Se calificó con "3" a los individuos con presencia de daños físicos severos.

Forma. - La forma del fuste se expresa numéricamente en tres categorías: con "1" para aquellos individuos con fuste recto, cilíndrico, libre de torceduras, curvaturas o nudos; con "2" a aquellos individuos cuyo fuste es ligeramente irregular, ovoide o tablado; y con "3" a aquellos individuos que presenten fustes con torceduras, curvaturas y/o nudos muy pronunciados.

Observaciones. - Se incluyen, además, algunos otros registros relacionados con el sitio en general, ubicación geográfica, condiciones generales del terreno, etc.

Figura 2. Condiciones de la selva subperennifolia del predio.

D) Procesamiento de la información

El procesamiento de los datos se realizó con el programa SELVA generado por el INIFAP y que permite estimaciones de área basal, volumen y otros estimadores para especies tropicales de la región. Con la hoja de cálculo EXCEL se hicieron los análisis y gráficos.

E) Indicadores de Diversidad

Con los datos obtenidos en campo se calcularon los parámetros de la comunidad vegetal que a continuación se describen, utilizando las siguientes fórmulas:

- **Riqueza Especifica**

La riqueza específica (S) es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas.

(S) es el número total de especies obtenido por un censo o muestreo de la comunidad.

- **Curva de acumulación**

En esta condición se identifica las especies nuevas que pueden incorporarse a medida que se incorporan más sitios de muestreo; de tal manera que al graficar las especies acumuladas la curva se vuelve asintótica. Hay varios modelos predictivos, sin embargo, para el caso de este estudio sólo se mostrarán los gráficos acumulativos en cada estrato con el objeto de determinar si el esfuerzo de muestreo en los diferentes estratos fue suficiente y las especies del sitio están siendo representadas en la mayor proporción posible.

F) Índices de estructura

- **Índice de Simpson (IS):**

Este parámetro es un indicador que manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes. Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como 1-λ.

$$\text{Índice de Simpson} = 1 - \Sigma pi2$$

Donde p = a la proporción de individuos encontrados en la i ésima especie estimado por n/N, n = número de individuos de las i esima especie, N = número total de individuos.

- **Índice de equidad**

Índice de equidad de Shannon-Wiener e Índice de Pielou

La equidad se ha calculado de acuerdo al índice de Shannon-Wiener que expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre 0 cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos.

$$H' = -\Sigma \rho i \log 2\ pi$$

El índice de Pielou se obtiene de dividir H' entre Hmax, ésta última obtenida como el logaritmo base 2 de la diversidad del estrato, indicando la diversidad máxima esperada para el estrato, de tal manera que el resultado de la división resulta en el índice de Pielou con valores entre 0 y 1 y que ayuda a obtener un indicador de la distribución de las especies en el predio, es decir, que obtener 1 significaría que todas las especies están distribuidas de manera homogénea en el predio y no hay dominancia; por el contrario, un número tendiente a 0 significa fuerte dominancia de algunas especies y distribución heterogénea.

G) Parámetros específicos

$$\text{Dominancia relativa} = \frac{\text{Dominancia de la Especie X}}{\text{Dominancia de todas las especies}} \text{ X 100}$$

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{Frecuencia de la Especie X}}{\text{Frecuencia de todas las especies}} \text{ X 100}$$

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{Densidad de la Especie X}}{\text{Densidad de todas las especies}} \text{ X 100}$$

- **Valor de Importancia (VI) o Valor de Importancia Relativa (VIR)**

La suma de las tres medidas relativas mencionadas arriba y calculadas para cada especie constituye un índice denominado el Valor de Importancia (VIi) VIi = DRi + Fri + CRi. El valor de VI puede fluctuar de 0 a 3.00 (o 300%). Al dividir el VI por 3, se obtiene una cifra que fluctúa de 0 a 1.00 (o 100%). Este valor se conoce como el porcentaje de importancia. El valor de importancia, o el porcentaje de importancia, provee un estimado global de la importancia de una especie en una comunidad determinada.

VIR= Dominancia relativa + Frecuencia relativa + Densidad relativa

1.2 METODOLOGÍA PARA LA CARACTERIZACIÓN DE FAUNA.

El predio "Lote A" presenta la cobertura vegetal original casi en su 100%, sin embargo, presenta los impactos característicos en su vegetación ya que se encuentra contiguo al campo de golf *"Cozumel Country Club"*, específicamente con los hoyos "14" y "15" del mismo. De igual manera, al norte se encuentra la remodelación de la vía de acceso a la denominada "Laguna Ciega".

El predio no presenta remoción de vegetación ni obras que pudieran considerarse de gran impacto a la cobertura vegetal del mismo. Sin embargo, se encuentra impactado de manera indirecta por las obras mencionadas en el párrafo anterior.

El predio presenta seis brechas de acceso, las cuales permitieron realizar los recorridos necesarios para realizar la caracterización de fauna de este estudio.

De acuerdo con lo anterior, la presente caracterización pretende generar un panorama de la composición y situación actual de la fauna previo a iniciar cualquier actividad relacionada con el proyecto, esto con el fin de poder determinar los posibles impactos y, por lo tanto, las acciones de mitigación o compensación que se puedan aplicar.

A) Sitio de estudio

El predio "Lote A" se localiza en la porción norte de la isla de Cozumel, colindando al sur y sureste con los hoyos 14 y 15 del campo de golf *Cozumel Country Club*, al norte con la vialidad de acceso a la Laguna Ciega y al oeste con una porción importante de vegetación correspondiente a selva mediana subcaducifolia (Figura 3). Cuenta con una superficie de 1.27 Ha.

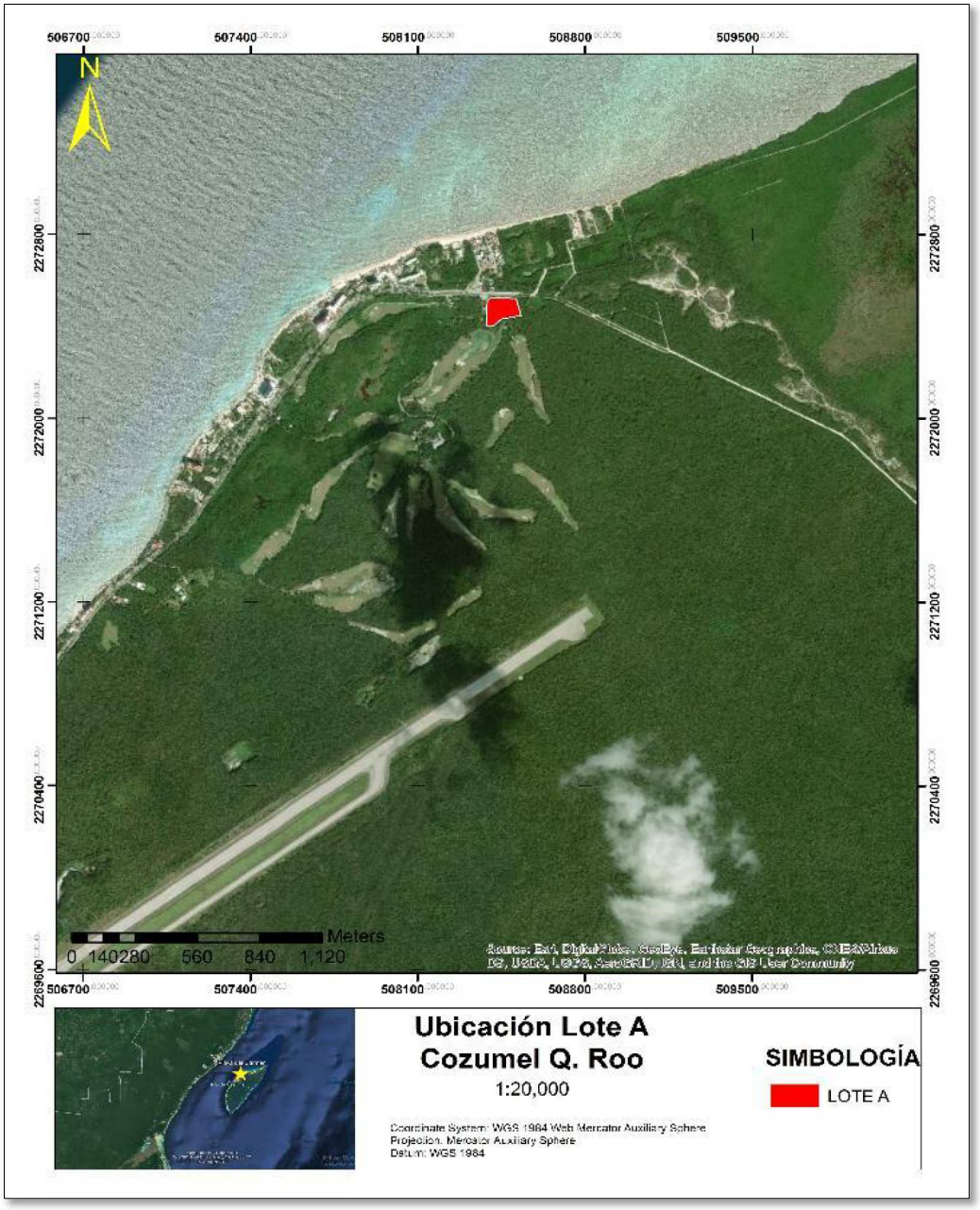


Figura 3. Localización del predio "Lote A" Cozumel.

B) Métodos

Para tener una referencia de las especies que se pueden distribuir en el predio, se elaboró un listado de especies de fauna con distribución potencial para la zona, esta información se obtuvo a partir de búsquedas de información en fuentes bibliográficas como en sitios online oficiales y reconocidos (Ej. BirdLife, Naturalista y CONABIO). De lo anterior, se obtuvo que un total de 16 especies de anfibios, 50 de reptiles, 225 de aves, 39 de mamíferos terrestres y 24 de murciélagos tienen la probabilidad de distribuirse dentro de la zona de estudio.

Posteriormente y para complementar la búsqueda bibliográfica, se llevaron a cabo visitas al sitio de estudio durante tres días consecutivos con el objetivo de comprobar y registrar las especies que efectivamente están presentes dentro del mismo. El muestreo se realizó los días 02, 03 y 04 de noviembre del 2019, en un rango horario de 7:00 hrs a 11:00hrs y de 16:00hrs a 23:00 hrs, conformando un total de seis visitas al sitio de estudio.

La caracterización de las especies de fauna en el predio se llevó a cabo mediante la ejecución de trabajo de campo sistemático, lo cual permitió registrar el mayor número posible de especies pertenecientes al grupo de las aves, reptiles, anfibios, mamíferos y quirópteros.

Para fines prácticos, se determinó una clasificación general de la zona con dos tipos generales de hábitat ya descritos la Selva mediana subcaducifolia y la zona de influencia.

Para realizar los diferentes métodos de búsqueda se habilitaron 4 transectos de 5 m de ancho y de diferentes longitudes, los cuales se procuró abarquen los diferentes tipos de hábitat y la zona de influencia del área de estudio (Figura 4).

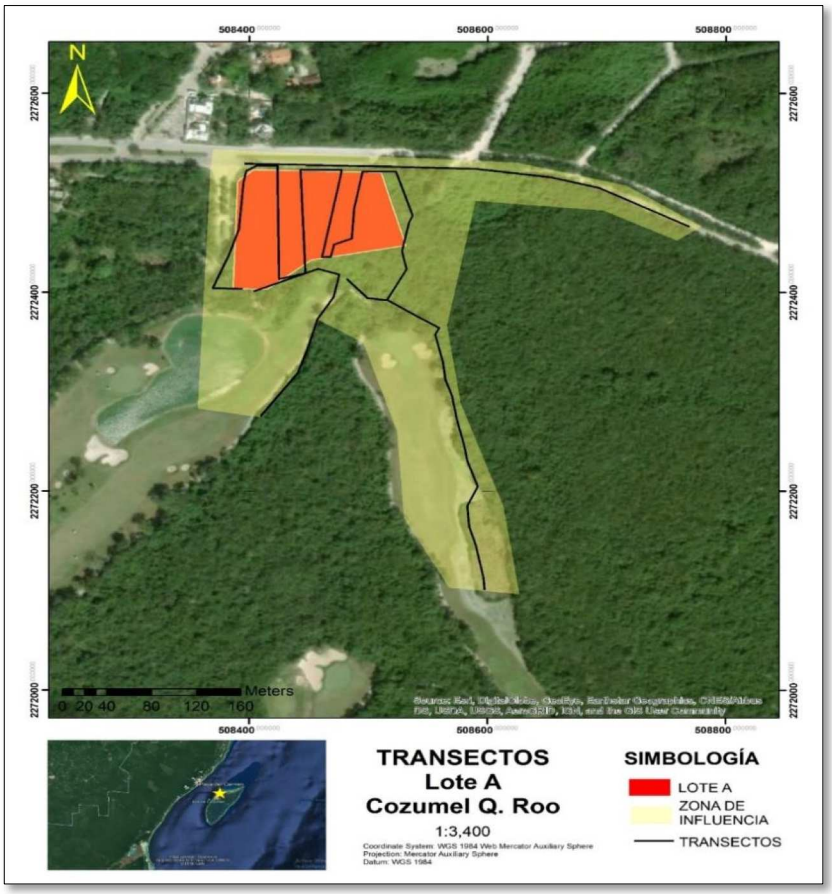


Figura 4. Ubicación de los transectos en el "lote A" Cozumel.

De los transectos mencionados, uno se ubicó dentro del predio, y tres transectos se realizaron en la zona de influencia. Se implementaron con una longitud conjunta total de

1,796 m. En general, en el predio y su zona de influencia se efectuó el muestreo en un área total de 8,980 m^2 (Cuadro 1).

Cuadro 1. Relación de los transectos establecidos para el estudio de vertebrados silvestres en el "Lote A".

Transecto	Zona del predio	Longitud en metros	Ancho en metros	Superficie muestreada m^2
1	Selva Mediana	807	5	4035
2	Zona de influencia	237	5	1185
3	Zona de influencia	367	5	1835
4	Zona de influencia	385	5	1925
TOTAL		**1796**		**8980**

Como se especificó con anterioridad, los transectos se recorrieron de manera periódica durante el amanecer y el atardecer, así como en horarios nocturnos, con el objetivo de detectar la mayor cantidad de ejemplares de fauna posible.

En los siguientes apartados se detalla la metodología empleada para la detección de cada grupo faunístico.

- **Anfibios y reptiles (Herpetofauna)**

La caracterización de las especies de herpetofauna en el predio consistió en llevar a cabo trabajo de campo sistemático, el cual se centró en realizar recorridos diurnos y nocturnos en los transectos establecidos y visibles como se muestra más adelante en la Imagen.

Para la búsqueda de reptiles se tuvieron rangos de horario de 7:00 am a 11:00 am y de 04:00 pm a 09:00 pm para la localización de individuos dentro los transectos descritos. La conducta de este grupo presenta un comportamiento que permite establecer los mejores horarios para su observación siendo de 7:00 a 10:00 hrs, cuando los individuos salen de sus refugios para calentarse al sol y posteriormente dependiendo de la territorialidad que tengan se desplazan para alimentarse y de 17:00 a 22:00 hrs, cuando tienen actividad algunas especies crepusculares. Se buscó en sitios que pudieran ser utilizados potencialmente como refugio, por ejemplo, debajo de piedras, troncos, se revisó en cavidades o charcas y sus alrededores.

Figura 5. Captura de serpiente para la toma de registro fotográfico en el área de estudio.

Se aprovecharon los recorridos realizados para la observación y registro de otros grupos faunísticos.

En lo que respecta a anfibios, y tomando en cuenta los hábitos de este grupo en particular, se realizó mayor énfasis de búsqueda en las horas nocturnas, ya que es el intervalo en que los anfibios presentan su pico de actividad y son más conspicuos, lo que facilita su localización e identificación en campo.

Se localizaron zonas o microhábitats donde la concentración de las poblaciones de anfibios fuera potencial, y posteriormente, se realizó la búsqueda intensiva de individuos en los sitios que pueden fungir como refugio, tales como la vegetación densa, debajo de troncos, hojas y en charcas. Durante los recorridos nocturnos fue posible realizar lampareos para localizar individuos, particularmente en los alrededores de las charcas. Para lo anterior, se utilizaron lámparas de mano y lámparas de tipo cazador. Una vez localizado cada individuo de herpetofauna, se procedió a identificarlo en campo, así como se obtuvo el registro fotográfico correspondiente. En los casos en que existieron dudas en relación con la identificación exacta del ejemplar, se procedió a capturarlo momentáneamente para obtener registros fotográficos más particulares, así como hacer anotaciones respecto a las características del ejemplar. Inmediatamente después de la obtención del registro, los individuos fueron liberados.

Para la identificación de los ejemplares de anfibios se utilizaron las guías ilustradas de campo de Julian Lee (2000) y la de Calderón, et al. (2005), y confirmados en la plataforma de Naturalista (INaturalist).

- **Aves**

Para este grupo se seleccionó el método de registro de especies mediante transectos, lo cual consiste en realizar recorridos de observación en las rutas previamente establecidas,

mediante los cuales se identifica a los ejemplares de avifauna mediante observación directa y/o por la vocalización de la especie.

Los transectos se recorrieron a pie y durante las primeras horas de la mañana, en un intervalo entre las 7 y las 11:00 hrs, intervalo en que las aves presentan un alto pico de actividad, por lo tanto, son más fáciles de observar y escuchar. Los transectos se realizaron a través de los diferentes tipos de vegetación presentes en el predio y a través de las brechas en el interior del mismo.

Para la observación de las aves se utilizaron binoculares 8x32 y un GPS marca *Garmin* modelo *E-trex* con el cual se registraron puntos de interés en el tema, así como una bitácora en la que se anotaron especies y número de individuos.

Figura 6. Observación y registro de aves en la zona de estudio.

Los observadores que participaron en el presente estudio poseen amplia experiencia en la identificación de aves de la región, y como apoyo se emplearon guías de campo reconocidas como McKinnon (2017) y Howell (1995). Así mismo y cuando fue posible, se obtuvo el registro fotográfico de las aves observadas durante los transectos, para lo cual se utilizaron dos cámaras semiprofesionales tipo bridge marca Sony modelo DSC H-400V y Nikon Coolpix B500, con lente de 35-1000 mm.

- **Mamíferos**

Se llevaron a cabo recorridos en los transectos previamente establecidos, en diferentes intervalos horarios (diurnos y vespertinos) con el objetivo de detectar ejemplares de mamíferos silvestres en el área de estudio.

Adicional a los transectos, la búsqueda y obtención de registros se complementó mediante métodos directos e indirectos, lo cual consistió en colocar dos trampas

Tomahawk (directo) así como cámaras trampa o foto-trampas (indirecto). Las trampas Tomahawk empleadas son de cierre automático, modelo *Racoon*, dimensiones 120 cm x 54cm x 40 cm y activas durante los días de muestreo. Las trampas se ubicaron en el interior del predio, situadas en las zonas que aún poseen vegetación densa (Figura 7).

Figura 7. Trampas del tipo tomahawk dentro del predio "Lote A" Cozumel.

Respecto al método indirecto, se instalaron un total de seis cámaras trampa, dos de ellas marca *Bushnell* y cuatro cámaras de la marca *Trail Camera*, las cuales se activan por medio de un sensor infrarrojo al detectar cualquier movimiento. Los sitios seleccionados se eligieron de entre zonas con evidencias de paso de fauna constante, para aumentar la posibilidad de obtener registros fotográficos. Se colocaron al interior del predio tratando de abarcar la totalidad de brechas existentes (Figura 8).

Figura 8. Cámara trampa en el predio de estudio.

- **Mamíferos voladores (Quirópteros)**

Para cumplir con el objetivo de corroborar la presencia de murciélagos (quirópteros) en el área de estudio, se colocaron dos redes de niebla por un período total de 4 horas,

teniendo la hora de apertura a las 19:00 hrs y la hora de cierre a las 23:00 hrs, con intervalos de revisión cada 30 minutos. Las dimensiones de las redes empleadas son 12m de largo x 2.6m de ancho, con una apertura de malla de 38 mm (Figura 9).

Figura 9. Redes de niebla en la zona de estudio.

Para colocar las redes de niebla se eligieron sitios donde se encontró evidencia de actividad de este grupo faunístico. Como resultado, las redes fueron colocadas en la zona sur del predio con el fin de detectar la mayor cantidad de especies e individuos.

Después de su captura los murciélagos fueron extraídos cuidadosamente de las redes (utilizando guantes de carnaza) y colocados momentáneamente en bolsas de tela para su posterior identificación. Se empleó la clave de campo de los Murciélagos Mexicanos (Medellín *et al.* 2007) para la identificación de cada ejemplar a nivel de especie, se registraron hora de captura, sexo, estado reproductivo en hembras (lactantes, inactivas, preñadas) y machos (inactivos, testículos escrotados), edad relativa (juvenil, subadulto, adulto), se obtuvo el registro fotográfico y posteriormente se liberó al ejemplar.

C) Análisis de datos

A partir de los datos obtenidos a través de los métodos previamente descritos, se calcularon los parámetros de la comunidad faunística que a continuación se describen, utilizando las siguientes fórmulas:

- **Riqueza Específica**

Es el número de especies que conforman la comunidad de un área determinada y se define con la letra "S".

- **Abundancia**

En un sentido estricto, la abundancia se define como el número de individuos de cada especie existente en un determinado lugar. Una forma de evaluar este aspecto es la densidad.

- **Densidad**

La densidad es un parámetro que también permite conocer la abundancia de una especie. La densidad definida con la letra "D" es el número de individuos de una especie presente en un área determinada, este parámetro puede expresarse de forma relativa "Dr" o absoluta "Da".

La densidad relativa se refiere a la proporción en número de individuos de una especie con relación al resto, se expresa en porcentaje y se calcula con la siguiente fórmula:

Dr=(número de individuos "X")/(total de individuos de todas las especies) x 100

La densidad absoluta es el número de individuos de una especie "X" presente en un área determinada, extrapolada al área total del predio y se calculó con la siguiente fórmula:

Da=(número de individuos de la especie "X ")/(área muestreada en m^2) x 10,000

- **Frecuencia**

La frecuencia se define como la probabilidad de encontrar una especie en una unidad de muestreo, es decir, es el número de unidades de muestreo en la que una especie está presente; por tanto, la Frecuencia relativa (Fr), pondera el número de veces en que es encontrada una especie en relación con el resto de las especies y es una medida porcentual que se calculó con la siguiente fórmula:

Fr=(Frecuencia de la especie X)/(suma de los valores de frecuencia de todas la especies) x 100

- **Índice de diversidad**

Los valores de diversidad se calcularon utilizando el índice de Shannon–Wiener que estima la diversidad a partir del número de individuos capturados (Moreno 2001). Los valores del índice Shannon–Wiener fueron calculados con el programa PAST Versión 2.17 con logaritmo natural. La fórmula del índice de Shannon–Wiener es la siguiente:

$$H' = \frac{n \log n - \sum_{i=1}^{s} (f_i)(\ln f_i)}{n}$$

En donde:

H': es el índice de la diversidad de Shannon–Wiener (bits/individuo) o diversidad de especies observadas.
S: número de especies en la muestra de la comunidad.
n: número total de individuos de todas las especies.
fi: número de individuos de la i-esima especie.

Este índice toma valores entre 1 y 4.5, donde los valores superiores de 3 son típicamente interpretados como diversos (Gotellli & Colwell, 2001).

- **Índice de dominancia (Normal de Simpson)**

Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes. Se calcula mediante la siguiente formula. Los valores de este índice fueron calculados con el programa PAST Versión 2.17.

$$D = \sum \left(\frac{n_i}{n}\right)^2$$

En donde:

ni = es la abundancia de la especie i, es decir, el número de individuos de la especie i
n= número total de individuos en la muestra
Este índice toma valores de entre 0 y 1 en los cuales 0 representa a todas las especies igualmente distribuidas y 1 donde solo domina una especie.

- **Índices de Valor de Importancia** (I.V.I.)

El índice de valor de importancia es el parámetro que mide el valor de las especies con base a dos parámetros: densidad y frecuencia. El índice de valor de importancia (I.V.I.) es la suma de estos dos parámetros. Este valor revela la importancia ecológica relativa de cada especie en una comunidad. El I.V.I se considera que es un mejor descriptor que cualquiera de los parámetros utilizados individualmente. Para obtener el I.V.I. se transformaron los datos de densidad y frecuencia a valores relativos. La suma total de los valores relativos de cada parámetro es igual a 100. Por lo tanto, la suma total de los valores del I.V.I. es igual a 200. Una vez que los datos se expresaron como la sumatoria de los valores de abundancia y frecuencia relativas de cada especie, se ordenaron de mayor a menor, para obtener así el Orden del Índice de Valor de Importancia Relativa (OIR) de las especies registradas, donde se compara cada especie con respecto a las restantes.

I.V.I=Densidad relativa + frecuencia relativa

- **Abundancia Relativa**

Para el cálculo de la abundancia relativa de las especies se realizó la relación proporcional de cada especie conforme a la especie con el mayor número de registros por grupo. Se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Abundancia Relativa} = \frac{Número\ de\ registro\ para\ la\ especie\ X}{Número\ de\ registros\ para\ la\ especie\ de\ mayor\ abundancia}\ x\ 100$$

Los valores obtenidos de la división son multiplicados por cien con la finalidad de generar un valor porcentual. De acuerdo con el porcentaje que presentó cada especie dentro de la muestra se determinó su abundancia para cada zona de estudio, clasificándolas en: abundantes, comunes, frecuentes, escasas y raras, para esto se tomó en cuenta la clasificación que propone Pettingill (1969) como se muestra a continuación:

- Abundante: 90 al 100%
- Común: 65 al 89% Siempre se ve, aunque en números menores.
- Frecuente: 31 al 64% Medianamente común, en números pequeños o no siempre vista.
- Escasa: 10 al 30% No común, vista pocas veces, pero no supone una sorpresa registrarla.
- Rara: 1 al 9% Su registro siempre es casual dentro de su rango de distribución.

Análisis de datos para redes de niebla

La abundancia relativa de las especies capturadas en las redes de niebla, por sitio analizado, se obtuvo a partir de la estimación de índices de captura por unidad de esfuerzo, es decir, dividiendo las abundancias de captura de cada especie entre el esfuerzo de captura (número de redes X número de horas activas X largo y ancho de las redes).

Esfuerzo de muestreo: El esfuerzo de captura se obtuvo multiplicando el área de red por el tiempo que permaneció abierta (Ospina-Ante & German Gómez, 1999; Chávez & Ceballos).

"m^2 de red x hora abierta= m^2 .h"

Abundancia relativa: Para calcular la abundancia relativa se utilizó el número de individuos capturados dividido por el esfuerzo de captura (Ospina-Ante & German Gómez, 1999; Chávez & Ceballos).

Numero de individuo/m^2 de red x hora abierta =ind/m^2.h

2. METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

La efectividad de la metodología utilizada para la evaluación de los impactos ambientales depende de la información ambiental con la que se cuente, del tipo de proyecto, y principalmente de la identificación de los principales factores en los que incidirá el proyecto en cada una de las etapas del desarrollo.

Para evaluar los impactos potenciales de desarrollarse con la construcción del proyecto "**Condominio K'iino"** se usaron tres metodologías diferentes, primero la matriz de interacción simple, la matriz de identificación de impactos y la matriz de valoración y jerarquización. Por medio de estas se identificaron y analizaron los impactos provocados en las diferentes etapas de desarrollo, con el fin de no obviar ningún efecto que pueda ser mitigado.

Es común limitar la evaluación de impacto ambiental sólo a aquellos impactos "palpables", que por su magnitud o trascendencia son fáciles de identificar, sin embargo, los impactos indirectos traen consigo consecuencias que son, en algunos casos, mayores al impacto que las generó. No es fácil identificar este segundo nivel de impactos y mucho menos cuantificarlos, el reconocimiento de éstos queda en muchos casos en función de la experiencia del trabajo de campo o en las actividades de seguimiento de condicionantes ambientales de proyectos en desarrollo u operación, en los que se pueden reconocer los efectos de un impacto directo e indirecto a través del tiempo.

Para evaluar de manera puntual los aspectos citados anteriormente, primeramente, es importante definir: A) cuáles serán las actividades a realizar en cada una de las etapas del proyecto y su impacto en el ambiente y, B) los componentes ambientales sobre los cuales incidirán, para de esta forma poder analizar los efectos de las actividades sobre los componentes.

a) Identificación de actividades que impactarán al ambiente.

Las actividades del proyecto que se identificaron como los posibles agentes de cambio en el sistema se enlistan en el cuadro 2.

Cuadro 2. Principales actividades que se llevarán a cabo para el desarrollo del proyecto en cada una de sus etapas.

Etapa	Actividades
Preparación del sitio	**1.** Presencia de personal.
	2. Actividades de rescate de flora y fauna.
	3. Desmonte e instalación de obras provisionales y tapial.
Construcción	**4.** Contratación y tránsito del personal.
	5. Excavación, nivelación y compactación del terreno.
	6. Actividades de construcción del condominio con todas sus obras.
Operación y Mantenimiento	**7.** Operación del condominio.
	8. Actividades de mantenimiento del condominio con todas sus áreas.

En total se identificaron 8 actividades que potencialmente pueden afectar a algún factor o componente ambiental en cada una de las tres etapas del proyecto. Así mismo, dichas actividades tendrán un efecto en el entorno generando impactos como:

- Reducción de la cobertura vegetal y afectación de especies en riesgo.
- Emisión de contaminantes a la atmósfera por uso de maquinaria.
- Cambios en la escorrentía superficial, pautas de absorción y de drenaje.
- Modificación del paisaje.

Es evidente que algunas actividades se repiten en las distintas etapas del proyecto, de ahí que generarán efectos continuos en el ambiente, tales como la presencia del personal en el área del proyecto. Sin embargo, otras son puntuales a cada una de las etapas, como las actividades particulares de construcción de las obras. De ahí que habrá actividades cuyo efecto se evalúe de manera puntual en una etapa, pero la de otras se repita en las tres fases de desarrollo variando en su intensidad.

2.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES AMBIENTALES.

Se buscaron componentes ambientales que reflejarán impactos significativos, considerando las características y cualidades del Sistema Ambiental. La evaluación de los impactos ambientales sobre los ecosistemas se sustenta en el conocimiento de sus componentes ambientales físicos (abióticos), biológicos y socioeconómicos, mismos que ya fueron descritos en el capítulo IV de este mismo documento. Los componentes ambientales se agruparon en primera instancia en subsistemas medio físico, biótico y subsistema socioeconómico.

La identificación de los factores o componentes ambientales se presenta en el cuadro 3.

Cuadro 3. Lista de factores ambientales utilizados para la valoración de los impactos ambientales del proyecto.

Subsistema	Factor ambiental
Medio abiótico	Aire
	Topografía
	Suelo
	Agua
Medio biótico	Flora
	Fauna
Medio Socioeconómico	Residuos
	Transporte y flujo de tráfico
	Salud humana
	Economía
	Paisaje

2.2 IDENTIFICACIÓN DE INDICADORES DE CAMBIO:

Indicadores de impacto: Una definición genéricamente utilizada del concepto de Indicador establece que este es "un elemento del medio ambiente afectado, o potencialmente afectado, por un agente de cambio" (SEMARNAT, 2002).

Por indicadores de impacto ambiental se entiende la expresión medible de un impacto ambiental, es decir, aquella variable simple o expresión más o menos compleja que mejor representa la alteración. De esta manera un indicador debe ser capaz de representar numéricamente aquello que se pretende valorar (Gómez-Orea, 2003).

Se buscaron indicadores de impacto que fueran:

- ✓ Representativos: Se refiere al grado de información que posee el indicador respecto al impacto global de la obra.
- ✓ Relevantes: Se refiere a que la información que aporta es significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.
- ✓ Excluyentes: Se refiere a que no exista superposición con otros indicadores distintos.
- ✓ Cuantificables: Se refiere a que sea posible medirlo en términos cuantitativos para estimar la magnitud del impacto.
- ✓ De fácil identificación: Se refiere a que su definición sea clara y concisa.

Tomando como base los Indicadores Básicos del Desempeño Ambiental de México (SEMARNAT, 2013), se definieron los siguientes indicadores para el proyecto (Cuadro 4).

Cabe señalar que solo se escogieron algunos de los indicadores de Desempeño Ambiental propuestos por la SEMARNAT de acuerdo con el proyecto que se evalúa, también se retomaron algunos considerados por Perevochtchikova (2013), y se añadieron los del medio socioeconómico.

Cuadro 4. Se detallan los indicadores ambientales por factor ambiental.

Factor	Tema	Subtema	Indicador ambiental
Aire	Contaminación	Emisiones	CO_2, NO_X, SO_2
		Auditiva	dB
	Modificación	Cambios en el microclima	Emisiones de CO_2
Topografía	Modificación	Superficie de aprovechamiento	%
Suelo	Pérdida	Pérdida de suelo	m^3
	Compactación	Compactación del terreno	cm
Agua	Agua superficial y subterránea	Modificación de corrientes naturales y pautas de drenaje	Si-No
Vegetación	Reducción	Cobertura vegetal	Superficie (m^2)

Factor	Tema	Subtema	Indicador ambiental
	Cambios en la abundancia	Pérdida de individuos de ejemplares de flora incluidas especies en alguna categoría de riesgo.	No. de ejemplares
Fauna	Abundancia	Cambios en la abundancia de ejemplares de fauna, incluidas las especies en alguna categoría de riesgo	No. de ejemplares
	Hábitats para la fauna	Reducción del hábitat	Superficie (m^2)
Residuos	Residuos Sólidos Urbanos, de Manejo Especial y Residuos Peligrosos	Volumen de generación de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos.	Kg de residuos generados
Transporte y flujo de tráfico	Flujo de tráfico	Aumento	No. de vehículos/hora
Infraestructura	Demanda de energía eléctrica, aumento en consumo de agua y tratamiento de aguas residuales.	Consumo de energía Producción de aguas residuales Aumento en consumo de agua	Kw/hora m^3/día
Economía	Empleos y adquisición de insumos	Generación	No. de empleos
Paisaje	Cambios	Modificación del paisaje	Visibilidad Calidad Fragilidad

2.3 VALORACIÓN DEL TIPO Y CARACTERÍSTICAS DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS.

Matriz de identificación de Impactos Ambientales.

La Matriz de Identificación de Impactos Ambientales consiste en una tabla que confronta cada actividad prevista por el proyecto con el factor sobre el que incide y el impacto que provoca en él. Los impactos fueron identificados previamente. En la matriz se clasifican los impactos como negativos o positivos. Según Gómez-Orea (2002), el signo de un impacto mide la gravedad de éste cuando es negativo y el "grado de bondad" cuando es positivo; en uno u otro caso, el valor se refiere a la cantidad, calidad, grado y forma en que un factor ambiental es alterado y al significado ambiental de dicha alteración.

Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales

Para calcular la significancia o relevancia de un impacto se consideró la incidencia. La incidencia se refiere a la severidad, grado y forma de la alteración, definidos por su intensidad y por la siguiente serie de atributos de tipo cualitativo: consecuencia,

acumulación, sinergia, momento, reversibilidad, periodicidad, permanencia y recuperabilidad (Gómez-Orea, 2002). Para calcular la incidencia se le asignó a cada uno de dichos atributos un valor entre 1 y 3 según las definiciones que se muestran en la tabla.

Con base en lo anterior, se generó una Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales en donde se califica cada impacto y de acuerdo con el factor ambiental y sus propiedades afectadas. Con los resultados de dicho análisis se pudo calcular el Índice de Incidencia para cada impacto, mediante la aplicación del modelo propuesto por Gómez-Orea (2002) y cuyos pasos se describen a continuación:

1. Se atribuyó un código numérico a cada carácter del atributo, acotado entre un valor máximo para la más desfavorable y uno mínimo para la más favorable.

2. El índice de incidencia de cada impacto se evaluó a partir del siguiente algoritmo simple, que consiste en la sumatoria de los valores asignados a los atributos de cada impacto y sus rangos de valor o escala:

$$I = C + A + S + T + Rv + Pi + Pm + Rc\ 5\ Expresión\ V.1$$

3. Se estandarizó cada valor de cada impacto entre 0 y 1 mediante la expresión V.2.

$$Incidencia = I - \frac{Imin}{Imax} - Imin\ Expresión\ V.2$$

Imin = el valor de la expresión en caso de que los atributos se manifiesten con el menor valor, que para el caso de esta evaluación será 8, por ser 8 atributos con un valor mínimo cada uno de 1.

Siendo:
I = el valor de incidencia obtenido por un impacto.

Imax= el valor de la expresión en el caso de que los atributos se manifestarán con el mayor valor, que para el caso de esta evaluación será 24, por ser 8 atributos con un valor máximo cada uno de 3.

Cuadro 5. Se indican los atributos que se utilizaron para valorar los impactos.

Atributos	Escala		
	1	2	3
Consecuencia (C)	**Indirecto**: el impacto ocurre de manera indirecta.	No aplica	**Directo:** el impacto ocurre de manera directa.
Acumulación (A)	**Simple**: cuando el efecto en el ambiente no resulta de la suma de los	No aplica	**Acumulativo:** cuando el efecto en el ambiente resulta de la suma de los

Atributos	Escala		
	1	2	3
	efectos de acciones particulares ocasionados por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.		efectos de acciones particulares ocasionados por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.
Sinergia (S)	**No Sinérgico:** cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones no supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.	No aplica	**Sinérgico:** cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.
Momento o Tiempo (T)	**Largo:** la actividad dura más de 1 año.	**Mediano:** el efecto dura más de 1 mes y menos de 1 año.	**Corto**: cuando el efecto dura menos de 1 mes.
Reversibilidad del impacto (R)	**A corto plazo**: la tensión puede ser revertida por las actuales condiciones del sistema en un período de tiempo relativamente corto, menos de un año.	**A mediano plazo:** el impacto puede ser revertido por las condiciones naturales del sistema, pero el efecto permanece de 1 a 3 años.	**A largo plazo**: el impacto podrá ser revertido naturalmente en un periodo mayor a tres años, o no sea reversible.
Periodicidad (Pi)	**Aparición irregular**: cuando el efecto ocurre de manera ocasional.	No aplica	**Periódico:** cuando el efecto se produce de manera reiterativa.
Permanencia (Pm)	**Temporal**: el efecto se produce durante un periodo definido de tiempo.	No aplica	**Permanente:** el efecto se mantiene al paso del tiempo.
Recuperabilidad (Ri)	**Recuperable**: que el componente afectado puede volver a contar con sus características.	No aplica	**Irrecuperable:** que el componente afectado no puede volver a contar con

Atributos	Escala		
	1	2	3
			sus características (efecto Residual).

Esta matriz permitió evaluar los impactos ambientales generados en términos de su importancia, conocer los componentes ambientales más afectados por el proyecto e identificar y evaluar los impactos acumulativos y residuales, asociados directamente con los atributos de acumulación y recuperabilidad. Es importante aclarar que esta evaluación se realiza considerando los impactos sin aplicar medidas de mitigación.

Posteriormente, se integrará esta información en una Matriz de Jerarquización de Impactos Ambientales que tiene el objetivo de ordenar los impactos de mayor a menor para una mejor visualización de la jerarquía de los mismos, asignándoles un código de color para facilitar su valoración.

Es necesario realizar una jerarquización de los impactos, así como una valoración global que permite adquirir una visión integrada y completa de la incidencia ambiental del proyecto. La primera exigencia requiere determinar el valor de cada impacto en unidades conmensurables; en esta metodología el valor se atribuye a partir de los valores de incidencia entre 0 y 1, el valor de cada impacto también se hace variar entre 0 y 1, ese valor es quien marca la jerarquía exigida.

Debido a que al estandarizar los valores obtenidos para el Índice de Incidencia el máximo valor posible es 1, los impactos se agruparon en 3 rangos de 0.33 y a cada uno de los cuales se le asignó un código de color.

Cuadro 6. Se muestran los rangos que se utilizaron para valorar el índice de incidencia.

Rango	Interpretación	Índice de incidencia
Significativo (S)	Se pueden generar alteraciones que sin medidas afecten el funcionamiento o estructura de los ecosistemas dentro del SA	**0.68 o mayor**
No significativo (NS)	Se compromete la integridad de elementos o procesos sin poner en riesgo la estructura y función de los ecosistemas de los que forman parte.	**0.34 a 0.67**
Despreciables (D)	Alteraciones de muy bajo impacto a elementos o procesos que no comprometen la integridad de los mismos.	**0.33 o menor**

Los impactos ambientales que por su índice de incidencia resulten despreciables no serán considerados para la determinación de su significancia. Lo anterior se fundamenta en el hecho de que no todos los impactos identificados deben analizarse con la misma intensidad, sino que conviene centrarse en los impactos clave (Gómez-Orea, 2002).

Determinación de significancia.

La determinación de la significancia o relevancia de un impacto es la tarea que muestra de forma más convincente el carácter multidisciplinario de la evaluación de impacto ambiental. La significancia de los impactos evaluados se determinó de acuerdo con la definición de "impacto significativo" establecida en el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, que en su fracción IX del Artículo 3 dice a la letra:

IX. Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales;

Esta definición y su consecuente razonamiento, indica que no todos los impactos deben atenderse con la misma intensidad, sino que conviene centrarse en los impactos clave, es decir, aquellos que potencialmente pueden generar desequilibrios ecológicos o ecosistémicos o que puedan sobrepasar los límites establecidos en normas jurídicas específicas, sin menosprecio de las acciones que se puedan desarrollar para mitigar los impactos despreciables.

3. REFERENCIAS.

Arriaga, L., Espinoza, J. M., Aguilar, C., Martínez, E., Gómez, L., & Loa, E. (2000). *Regiones Terrestres Prioritarias de México. México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad* (CONABIO). 609 p.

Begon, M., Harper, J. L., & Townsend, C. R. (1986). *Ecology. Individuals, populations and communities*. Blackwell scientific publications.

Burger, J., & Gochfeld, M. (1993). The importance of the human face in risk perception by black iguanas, Ctenosaura similis. *Journal of herpetology*.

Calderón Mandujano, R. R., & Calmé, S. (2005). *Guía de los anfibios y reptiles de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an y zonas aledañas* (No. EE/597.9097867 C3).

Carvajal-Villareal, S., Caso, A., Downey, P., Moreno, A., Tewes, M. E., Grassman jr, l. I. (2012). *Leopardus wiedii. Mammalian species*.

Collar, N. J., M. J Crossy, and A. J. Sattersfield. (1994). *Birds to watch 2: The world check-list of threatened birds. BirdLife International*, Cambridge, United Kingdom.

Coronado-Álvarez, L., Gutiérrez-Aguirre, M. A., & Cervantes-Martínez, A. (2011). Water quality in wells from Cozumel island, Mexico. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*.

Cuarón, A.D., Martínez-Morales M.A., McFadden, K.W., Valenzuela-Galván, D. y Gompper, M.E. (2004). *The status of dwarf carnivores on Cozumel Island, México. Biodiversity Conservation,*

Decreto por el que se reforman y adicionan diversas fracciones del artículo 7 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (2020) publicado en el D.O.F.

Duellman, William E. (1965). *Amphibians and reptiles from the Yucatan peninsula, Mexico.* Univ. Kansas Publ. Mus. Nat. Hist.

Fitch, H. S., & Henderson, R. W. (1978). Ecology and exploitation of Ctenosaura similis. Ecología y explotación de Ctenosaura similis. *The University of Kansas Science Bulletin.*

Forshaw, J. M. (1978). Parrots of the World. - Lansdowne Press, Melbourne.

Franquesa, A. Merediz, G. y Lazcano-Barrero, M. (2007). *Estudio previo justificativo para el establecimiento del Área de Protección de Flora y Fauna Isla Cozumel, Quintana Roo, México*. Amigos de Sian Ka'an A. C

García-Vasco, D. (2005). *Distribución, abundancia y aspectos poblacionales del mapache enano (Procyon pygmaeus), un carnívoro insular endémico. Advanced BSc (Licenciatura) thesis, Universidad Veracruzana, Xalapa*.

Gracida-J., C.A. (1998). *Elementos biológicos y socioeconómicos para el aprovechamiento de psitácidos en el ejido Tres Reyes de la Zona de Cooperación de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an (RBSK).* Undergraduate Thesis, Univ. Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia.

Gómez Orea, D. (2002). Evaluación de impacto ambiental. Un instrumento preventivo para la gestión ambiental. 2ª ed. Ed. Mundi Prensa. Madrid, Barcelona, México.

Herrera-Silveira, J. A., Zaldívar-Jiménez, A., Teutli-Hernández, C., & Pérez-Ceballos, R. (2008). *Caracterización y monitoreo de comunidades de manglares en la isla de Cozumel. Mérida (Mexico): CINVESTAV-CONAMP*.

Howell, S. N., & Webb, S. (1995). *A guide to the birds of Mexico and northern Central America*. Oxford University Press.

https://www.naturalista.mx/taxa/41678-Potos-flavus consultado el 21 de mayo de 2020.

https://www.naturalista.mx/taxa/41662-Procyon-pygmaeus consultado el 21 de mayo de 2020.

https://www.naturalista.mx/taxa/33565-Aristelliger-georgeensis consultado el 21 de mayo de 2020.

https://www.naturalista.mx/taxa/17381-Vireo-bairdi consultado el 21 de mayo de 2020.

https://www.naturalista.mx/taxa/39721-Kinosternon-scorpioidesi consultado el 21 de mayo de 2020.

http://enciclovida.mx/especies/27098 consultado el 21 de mayo de 2020.

http://enciclovida.mx/especies/27208-crocodylus-moreletii consultado el 21 de mayo de 2020.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2017. Carta temática de vegetación y uso de suelo Serie VI.

Janzen, F. J., & Brodie, E. D. (1995). *Visually-oriented foraging in a natural population of herbivorous lizards (Ctenosaura similis). Journal of herpetology*.

Johnson, N. K. & Marten, J. A., (1988). *Evolutionary genetics of flycatchers. II. Differentiation in the Empidonax difficilis complex.*

Krebs, C. J. (1985). *Ecología: estudio de la distribución y la abundancia* (No. 574.5 K92e). México, MX: Edit. Harla.

Lee, (2000). Anfibios y Reptiles del mundo Maya.

Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (2018) publicada en el D.O.F.

McKinnon B. (2017). *Listado de Aves de la Península de Yucatán.*

Medellín R. *et al.* (2007). *Identificación de los Murciélagos de México: Clave de campo*.

Mostacedo, B., & Fredericksen, T. (2000). *Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal.*

Oliveira, T. G. (1998). Leopardus wiedii. Mammalian species. En: Vallejo, A. F. y Carrión B. C. 2017. *Leopardus wiedii*. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. https://bioweb.bio/faunaweb/mammaliaweb/FichaEspecie/Leopardus%20wiedii, acceso 21 de mayo de 2020.

Ospina-Ante, O., & Gómez, L. G. MURCIÉLAGOS QUIRÓPTEROS DE LA RESERVA NATURAL LA PLANADA, NARIÑO, COLOMBIA.

Perevochtchikova, M. (2013). La evaluación del impacto ambiental y la importancia de los indicadores ambientales. *Gestión y política pública*, *22*(2), 283-312.

Programa Estatal de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Quintana Roo. 2005.

Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Cozumel (2008). publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo.

Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (2012) publicado en el Diario Oficial de la Federación.

Quintana Morales P. C., Hernández Salazar L. T. & Morales Mavil J. E. (2014). *En Uso del Espacio en la Vida Animal*. CONABIO. Biodiversitas, 114:8-12

Ramírez Bautista, A., & Arizmendi, M. C. (2004). Ctenosaura pectinata. *Sistemática e historia natural de algunos*.

Ridgely, R. S., & Gwynne, J. A. (1989). *A guide to the birds of Panama: with Costa Rica, Nicaragua, and Honduras*. Princeton University Press.

Temple, S. A. (1986). *The problem of avian extinctions.* In *Current ornithology* (pp. 453-485). Springer, Boston, MA.

Zarza-Villanueva H. (2006). Ficha técnica de *Leopardus wiedii*. En: Medellín, R. (compilador*). Los mamíferos mexicanos en riesgo de extinción según el PROY-NOM-059-ECOL-2000*. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto No. W005. México. D.F.