



# Medio Ambiente

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

- I Unidad administrativa que clasifica:** Oficina de Representación de la SEMARNAT.
- II Identificación del documento:** Se elabora la versión pública de la Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Particular, con número de bitácora **23/MP-0070/04/25**.
- III Las partes o secciones clasificadas:** La parte concerniente a el RFC, el CURP, el monto de inversión ,el domicilio particular, el número de teléfono celular y el correo electrónico de persona física en páginas 3,4,18,224,225,226,227,228,229,230,231
- IV Fundamento legal y razones:** La información señalada se clasifica como confidencial con fundamentos en los artículos 113, fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP Por tratarse de datos personales concernientes a una persona física identificada e identificable

**V Firma de titular:**

Ing. Yolanda Medina Gámez.

Titular de la Oficina de Representación en Quintana Roo.

**VI Fecha, número e hipervínculo al acta de la sesión de Comité donde se aprobó la versión pública.**

ACTA\_15\_2025\_SIPOT\_2T\_2025\_ART 67\_FVI, en la sesión celebrada el 11 de julio de 2025.

**Disponible para su consulta en:**

[http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/inai/XXXVII/2025/SIPOT/ACTA\\_15\\_2025\\_SIPOT\\_2T\\_2025\\_ART67\\_FVI.pdf](http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/inai/XXXVII/2025/SIPOT/ACTA_15_2025_SIPOT_2T_2025_ART67_FVI.pdf)

## I. Datos Generales del Proyecto y del Promovente.

### I.1 Datos Generales del Proyecto.

#### I.1.1 Nombre del proyecto

Residence Paradise

#### I.1.2. Ubicación del proyecto

El proyecto se propone realizar en el predio rústico identificado como: “Rancho El Gallero Veracruz F2-F1-F5” el cual se encuentra ubicado en la Calle Paseo Tulum y Xaman-ha, Mza 19, Lt 3, Localidad Playa del Carmen, Municipio Solidaridad, Estado de Quintana Roo, cuya superficie legal total en conjunto es de 44,670.65m<sup>2</sup> (4.46 hectáreas).



**Figura I.1. Macrolocalización del proyecto “Residence Paradise”  
(Fuente: Google Earth®, 2024).**

Como se puede observar en la figura I.1, el predio del proyecto, se encuentra inmerso dentro de una zona urbanizada del Municipio de Solidaridad, en el área de Playa Paraíso. En la Tabla I.1, se presentan las coordenadas (Geográficas, y UTM, Datum WGS84), de la poligonal del predio en el cual se pretende realizar el proyecto “Residence Paradise”.

Tabla I.1. Coordenadas del polígono del predio.

Vértice	X	Y	Latitud	Longitud
1	504078	2295960	20°45'48.1"	-86°57'39.0"
2	504289	2295812	20°45'43.3"	-86°57'31.7"
3	504236	2295742	20°45'41.0"	-86°57'33.5"
4	504211	2295760	20°45'41.6"	-86°57'34.4"
5	504163	2295697	20°45'39.6"	-86°57'36.0"
6	504139	2295714	20°45'40.1"	-86°57'36.9"
7	504126	2295699	20°45'39.6"	-86°57'37.3"
8	503963	2295813	20°45'43.3"	-86°57'42.9"

En la figura I.2, se presenta el mapa de la poligonal del predio en el cual se establecerá el proyecto "Residence Paradise".

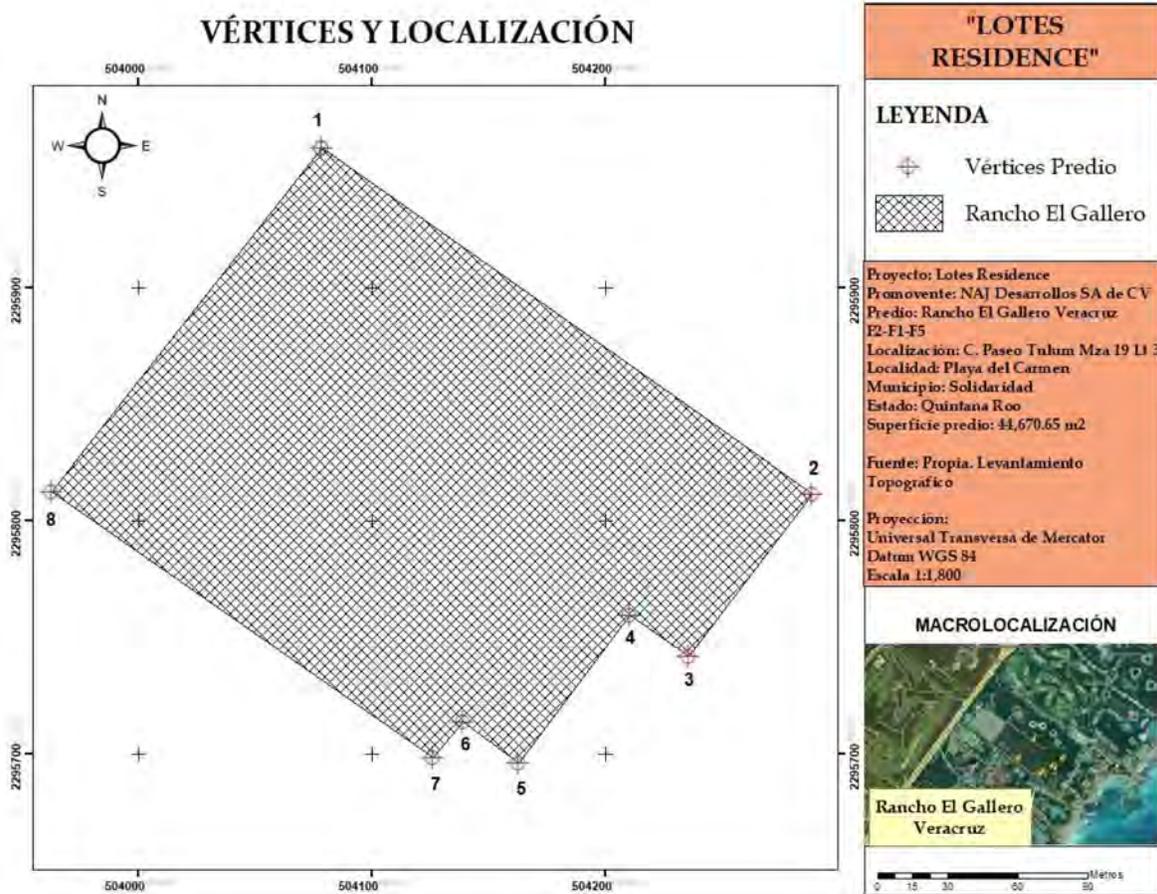


Figura I.2. Poligonal del predio donde se establecerá el proyecto "Residence Paradise"

### **I.1.3 Duración del proyecto**

De acuerdo con las diferentes obras y etapas que el proyecto requiere, así como la disponibilidad de recursos económicos, así como la realización de otras gestiones necesarias para la obtención de permisos y licencias federales, estatales y municipales, el plazo solicitado para su preparación de sitio y construcción es de 36 meses (3 años).

Al ser un proyecto turístico-habitacional, se estima una vida útil permanente, y no se plantea una fase de abandono. Dado lo anterior se plantea una vida útil de 90 años.

### **I.1.4 Presentación de la Documentación Legal**

1. Acta Constitutiva “NAJ Desarrollos S.A. de C.V.” (Escritura Pública 4664, Volumen Vigésimo Tercero Tomo “A” Folio 22057 de fecha 20 de Julio de 2022.
2. Acreditación Predio Lote 035-1, Mza 001 (Escritura Pública 9,824, Volumen 129, Tomo “B”, Fecha 21 de Diciembre de 2023).
3. CIF “NAJ Desarrollos S.A. de C.V.”
4. Identificación Oficial Eduardo Ruíz López
5. CURP Eduardo Ruíz López
6. Cédula Catastral Rancho El Gallero

## **I.2 Datos Generales del Promovente**

### **I.2.1 Nombre o Razón Social**

NAJ Desarrollos S.A. de C.V.

### **I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes**

NDE220720GP6

### **I.2.3 Datos del Representante Legal**

Eduardo Ruíz López. Administrador Único de NAJ Desarrollos S.A. de C.V.

### **I.2.4 Dirección del Promovente para oír y recibir notificaciones**

[Redacted address information]

Teléfono: [Redacted phone number]

### **I.3 Responsable de la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental**

#### **I.3.1 Nombre o Razón Social**

Zenid Naddir Moo Che

#### **I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP**

RFC: [REDACTED]

CURP: [REDACTED]

#### **I.3.3 Profesión y Cédula Profesional**

Profesión: Licenciatura en Biología

Cédula Profesional: 12653746

## II. Descripción del Proyecto

### II.1 Información General.

El proyecto se propone realizar en el predio rústico identificado como: “Rancho El Gallero Veracruz F2-F1-F5” el cual se encuentra ubicado en la Calle Paseo Tulum y Xaman-ha, Mza 19, Lt 3, Localidad Playa del Carmen, Municipio Solidaridad, Estado de Quintana Roo, cuya superficie legal total en conjunto es de 44,670.65m<sup>2</sup> (4.46 hectáreas).

Corresponde a una propuesta para la implementación de caminos de acceso, para el desarrollo turístico-habitacional del predio del proyecto, lo cual implica la modificación de una superficie que actualmente presenta vegetación forestal aunque de acuerdo a lo descrito por el INEGI (Serie VII, 2021), el área en la cual se encuentra dispuesto el predio presenta el uso de suelo “Asentamientos Humanos”, esto debido a que en todos a los alrededores del predio, ya se presentan desarrollos habitacionales, y turísticos, puesto que se encuentra en una zona urbana cerca a la costa en el Municipio de Solidaridad.

Derivado de lo anterior, debido a la naturaleza, del proyecto “Residence Paradise”, implica la implementación de diversas actividades que generaran diversos impactos ambientales, en relación con los siguientes componentes del proyecto:

El proyecto contempla un desarrollo habitacional de 26 lotes, que estarán conectados por caminos de acceso, así como lotes destinados a áreas comerciales, un área de donación al Municipio de Solidaridad destinada a la protección del manglar, la cual forma parte del área de conservación del proyecto.

#### II.1.1 Naturaleza del proyecto

Actualmente el predio identificado “Rancho El Gallero Veracruz F2-F1-F5”, en el cual se propone implementar el proyecto “**Residence Paradise**”, se encuentra ubicado en la Calle Paseo Tulum y Xaman-ha, Mza 19, Lt 3, Localidad Playa del Carmen, Municipio Solidaridad, Estado de Quintana Roo, por lo cual por su ubicación cercana a la costa, se ha visto afectado por el impacto de las actividades antropogénicas, ya sea por el uso habitacional de las zonas aledañas al predio, así como por la afluencia del turismo, o la instalación de diversos comercios turísticos en los alrededores, e igualmente ha sido afectado por fenómenos naturales que impactan continuamente en la zona donde se pretende llevar a cabo el proyecto. Es importante señalar que el predio se encuentra inmerso dentro de un área con vocación turístico habitacional, siendo estas las principales actividades que se desarrollan en el Municipio de Solidaridad.

El referido polígono, cuenta con una superficie total escriturada de 44,670.65m<sup>2</sup> (4.46 hectáreas), y en su documentación legal es denominado como el predio rústico “Rancho El Gallero Veracruz F2-F1-F5”.

El predio “Rancho El Gallero Veracruz F2-F1-F5”, presenta las siguientes medidas y colindancias:

- Norte en 256.47 metros lineales con Propiedad Privada del C. Alfonso Canche Pool;
- Sur en 260.00 metros lineales con camino de acceso F-4 y F-5;
- Este en 187.00 metros lineales con Fracciones 4, 6 y 2; y al
- Oeste en 187.00 metros lineales con Fracción 1.

La importancia y utilidad del proyecto radica en que en la zona donde se pretende llevar a cabo el proyecto, es apta para la relajación y descanso ya que, en el área existen las condiciones ambientales favorables para llevar una vida saludable, por ende, que en la zona donde se ubica el predio, se dan las condiciones climáticas adecuadas para llevar a cabo una vida tranquila. En cuanto a la factibilidad de la ejecución del proyecto se puede decir que el mismo, es compatible con los usos de suelo previstos dentro de la unidad de gestión ambiental (UGA) donde se encuentra inmerso el proyecto, ya que el nuevo uso turístico-habitacional que se pretende dar al predio es permitido por el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, tal como se demostrará en el capítulo III, de la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

Con el establecimiento de la infraestructura del proyecto denominado “Residence Paradise” en congruencia de la normatividad ambiental y mantenimiento estricto respeto a las condiciones de fragilidad del ecosistema que se desarrolla en el predio, se pretende mejorar las condiciones del predio en las áreas destinadas a conservación con vegetación de selva dentro del mismo, evitando de esta forma impactos sinérgicos a los ecosistemas colindantes.

Otro de los componentes importantes que se han previsto en el diseño del proyecto es el uso de tecnologías sustentables, como lo es la utilización de materiales que no interfieran con la captación de agua pluvial al subsuelo, de tal manera que los impactos negativos sean minimizados en los procesos de preparación, construcción y operación del proyecto.

Asimismo, se propone mantener en el predio, el 65% de su superficie total con cobertura vegetal natural y promover la incorporación de especies propias del ecosistema a través de actividades de reforestación (actividades que serán realizadas en el área de conservación con vegetación de selva); dichas especies nativas de vegetación de selva actualmente se desarrollan de manera espontánea en la zona en la cual se encuentra inmersa la superficie de aprovechamiento del proyecto. Es importante señalar que en el área de conservación con vegetación de Manglar solamente serán realizadas actividades de limpieza consistentes en levantamiento de basura y en su caso ramas muertas.

Como se observa en la Tabla II.1, la superficie de aprovechamiento del proyecto corresponde a 15,608.79m<sup>2</sup>, dicha superficie será afectada manera permanente para poder llevar a cabo la implementación del proyecto.

**Tabla II.1. Superficies de aprovechamiento y conservación del proyecto “Residence Paradise”.**

Superficie total: 44,670.65 m <sup>2</sup>		
Uso propuesto	Superficie Forestal	Porcentaje
Superficie cambio de uso de suelo	15,608.79 m <sup>2</sup>	34.94%
Superficie de Conservación (natural)	29,061.86 m <sup>2</sup>	65.06%
Superficie total del predio	44,670.65m <sup>2</sup>	100 %

De acuerdo con lo anterior, para la construcción del proyecto se requiere una superficie de 15,608.79 m<sup>2</sup>, la cual representa el 34.9% de la superficie total del predio, y se pretende conservar áreas verdes naturales (superficie de conservación) en una superficie de 29,061.86 m<sup>2</sup>, es decir, el 65.1%, de la superficie total del predio (44,670.65m<sup>2</sup>).

### II.1.2 Situación actual del predio del proyecto

Es importante señalar que, actualmente dentro de la superficie que ocupa el predio del proyecto se encuentran presentes algunas edificaciones en mal estado y en desuso, por lo cual a continuación, se presenta el listado de las obras que fueron identificadas dentro de la superficie del predio del proyecto “Residence Paradise”. En la Figura II.1 se presenta la ubicación de las obras, las cuales fueron enumeradas por zonas, para su mejor ubicación.

#### Zona 1 (Acceso del predio)

- Pozo
- Casa 1 sin terminar
- Bodega con baño
- Pasillos internos de piedra
- Casa habitación principal
- Rodete de piedra
- Casa habitación 2
- Casa remolque (asentada en bloques) dado que es móvil, podría sacarse del predio
- Muro de bloques en el límite del predio
- Acceso principal con pilares de piedra y reja de herrería

#### Zona 2

- Edificación tipo fuente

#### Zona 3

- Plancha de concreto

Zona 4

- Edificación tipo fuente 2

Zona 5

- Murete con mosaicos de talavera

Zona 6

- Edificación tipo fuente 3

Zona 7

- Edificación tipo fuente 4

Igualmente, en dos secciones de la periferia del predio fueron identificadas dos rejas, la primera con pilares de piedra y puerta de madera y la segunda una reja totalmente hecha de herrería.

En las siguientes figuras se presentan fotografías de las edificaciones que fueron identificadas dentro de la superficie del predio del proyecto “Residence Paradise” (Figs II.1-II.15).







Figuras II.1-II.15. Edificaciones abandonadas inmer-77sas en el predio del proyecto “Residence Paradise”

Es importante señalar que las diferentes obras presentes dentro del predio, fueron edificadas desde hace 50 años, pero posterior al impacto del Huracán Wilma en el año 2005, estas sufrieron muchas afectaciones debido al impacto de los fuertes vientos que se suscitaron debido al fenómeno meteorológico; derivado de lo anterior fue que las instalaciones quedaron en desuso, y posteriormente abandonadas.

Lo anterior quedó constatado en el Acta Circunstanciada realizada por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) **No. PFFPA/QROO/SII/0069/2019** de fecha 19 de Agosto de 2019 (Se anexa al presente estudio), la cual fue realizada posterior a una visita de inspección realizada el predio “Rancho El Gallero Veracruz F2-F1-F5”, en la cual se pudo constatar la antigüedad de las obras que se encuentran inmersas dentro del predio.

Es importante señalar que estas obras debido al deterioro que presentan actualmente, para fines del proyecto serán demolidas, como parte de la preparación del sitio, para así de esta manera en dicha superficie pueda edificarse el proyecto “Residence Paradise”, o en su caso dada la localización correspondan a área de conservación, y por ello en esas zonas se realizarán labores de reforestación.

En virtud de lo que ha sido descrito, en los párrafos anteriores la presenta Manifestación de Impacto Ambiental se presenta con la finalidad de obtener la Autorización en Materia de Impacto Ambiental del proyecto “Residence Paradise”.

### **II.1.3. Objetivo General del proyecto**

El objetivo principal del proyecto “**Residence Paradise**” es el de obtener la Autorización en materia de Impacto Ambiental, para la ulterior construcción de vialidades de acceso, para la conexión de 26 lotes turísticos-habitacionales y zona comercial, que proponen ser desarrollados en la superficie del predio; lo anterior, de acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, en donde se indica que, el uso de suelo nuevo que se le pretende dar al terreno es compatible, y congruente con lo señalado en la Unidad de Gestión Ambiental en la que se encuentra inmerso el predio donde se pretende llevar a cabo el proyecto, siendo que el tipo de actividad que se propone ser desarrollada se encuentra dentro de las actividades permitidas.

#### **II.1.3.1 Objetivos Específicos del proyecto**

Apegarse a las condiciones y disposiciones establecidas en los Criterios Generales y Específicos del **Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, México**, así como a las disposiciones legales aplicables en materia ambiental, en las diversas fases del proceso de desarrollo, y operación del proyecto “Residence Paradise”.

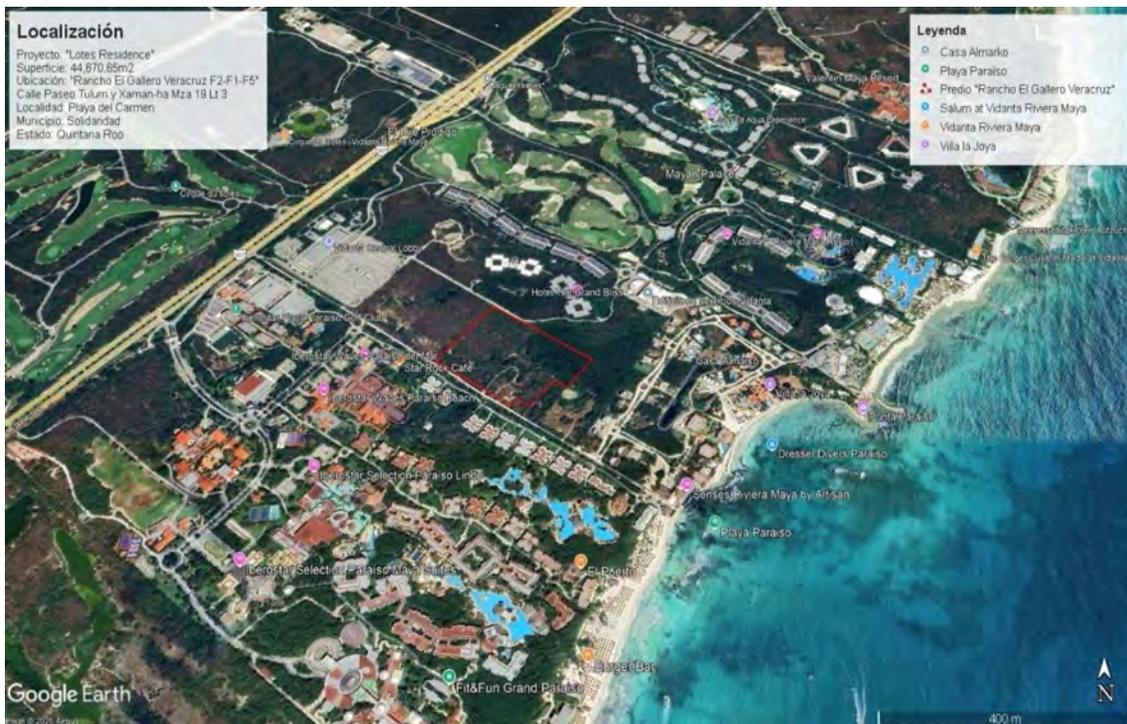
Establecer el desarrollo de la infraestructura del proyecto denominado “**Residence Paradise**”, en concordancia a la normatividad ambiental, y manteniendo un estricto respeto a las condiciones de fragilidad del ecosistema que se desarrolla en el predio, y a su vez, propiciar mejorar las condiciones en las áreas destinadas a conservación dentro del predio, lo cual evitará, impactos sinérgicos a los ecosistemas colindantes.

Evitar el sellamiento del suelo en la totalidad de la superficie del predio, y así de esta manera, mantener la permeabilidad del flujo de agua al subsuelo.

Promover la incorporación de especies propias del ecosistema presente en la superficie de aprovechamiento del proyecto, con la finalidad de enriquecer las áreas que se mantendrán dentro de las áreas de conservación que presenten el mismo tipo de vegetación a afectar, dado que actualmente la vegetación presente se encuentra impactada por las actividades antropogénicas que son realizadas en las áreas contiguas al predio del proyecto.

**II.1.4 Ubicación Física**

El proyecto “Residence Paradise”, se propone realizar dentro de la poligonal del predio denominado “Rancho El Gallero Veracruz F2-F1-F5”, el cual se encuentra localizado en La Calle Paseo Tulum y Xaman-ha, Manzana 19, Lote 3, ubicado en la Localidad de Playa del Carmen, en el Municipio de Solidaridad, Estado de Quintana Roo, cuya superficie legal total en conjunto es 44,670.65m<sup>2</sup> (4.46 hectáreas) (Fig. II.16).



**Figura II.16. Localización de la poligonal del predio del proyecto “Residence Paradise” (Fuente: Google Earth®, 2023).**

El predio del proyecto “Residence Paradise”, se encuentra ubicado dentro de la zona urbana de la Localidad de Playa del Carmen. Como se puede observar en la imagen anterior, a los alrededores del predio del proyecto, ya existen diversas edificaciones habitacionales, turísticas y de comercio, dado que la zona en la cual se encuentra ubicado es un área destinada con un uso turístico y/o de aprovechamiento.

En la figura II.17, se presenta el mapa de vértices y localización de la poligonal del predio en el cual se establecerá el proyecto “Residence Paradise”.

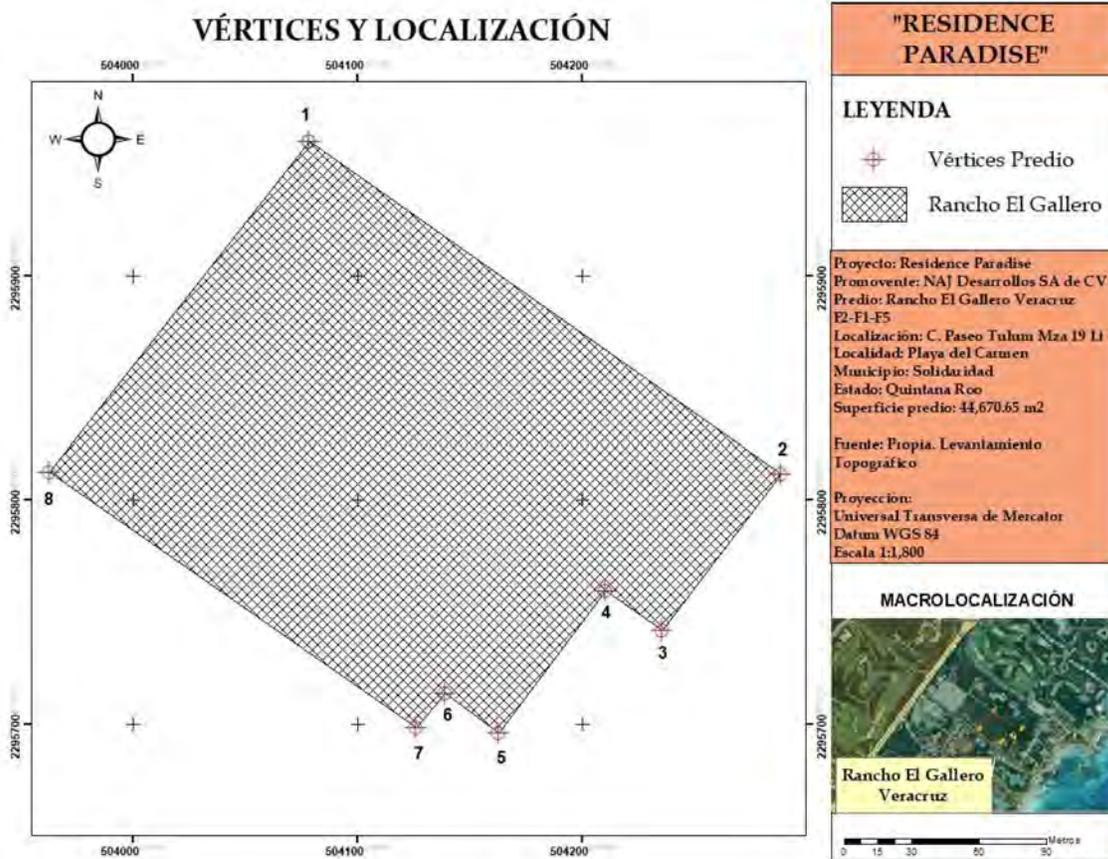


Figura II.17. Poligonal del predio donde se establecerá el proyecto “Residence Paradise”

A continuación, en la Tabla II.2, se presentan las coordenadas (Geográficas, y UTM, Datum WGS84), de la poligonal del predio en el cual se pretende realizar el proyecto “Residence Paradise”.

Tabla II.2. Coordenadas del polígono del predio.

Vértice	Coordenadas UTM		Coordenadas Geográficas	
	X	Y	Latitud	Longitud
1	504078	2295960	20°45'48.1”	-86°57'39.0”
2	504289	2295812	20°45'43.3”	-86°57'31.7”

Vértice	Coordenadas UTM		Coordenadas Geográficas	
	X	Y	Latitud	Longitud
3	504236	2295742	20°45'41.0"	-86°57'33.5"
4	504211	2295760	20°45'41.6"	-86°57'34.4"
5	504163	2295697	20°45'39.6"	-86°57'36.0"
6	504139	2295714	20°45'40.1"	-86°57'36.9"
7	504126	2295699	20°45'39.6"	-86°57'37.3"
8	503963	2295813	20°45'43.3"	-86°57'42.9"

A continuación, se presenta el Plano Topográfico de la poligonal del predio “Rancho El Gallero Veracruz F2-F1-F5”, en el cual se pueden observar las medidas y colindancias del predio, así como su cuadro de construcción (Fig. II.18).



Figura II.18. Plano Topográfico del predio “Rancho El Gallero Veracruz F2-F1-F5”

### Acreditación de la Propiedad

El proyecto “Residence Paradise”, está siendo promovido por la Sociedad NAJ Desarrollos S.A. de C.V., la cual se encuentra representada por el C. Eduardo Ruíz López. NAJ Desarrollos, es propietario del predio identificado como “Rancho El Gallero Veracruz F2-F1-F5”,

localizado en la Calle Paseo Tulum y Xaman-ha, Mza 19, Lt 3, ubicado en la Localidad de Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad, Estado de Quintana Roo, cuya superficie legal es de 44,670.65m<sup>2</sup> (4.46 hectáreas), lo anterior, de acuerdo a la Escritura Pública número Nueve mil ochocientos veinticuatro, Volumen Ciento veintinueve, Tomo “B”, de fecha 21 de Diciembre de 2023, ante la Fe del Notario público No. 83, el Lic. Ramón Rolando Heredia Ruíz, a través del cual se formalizó la cancelación de garantía hipotecaria en Primer Lugar y Grado y el Contrato de Compraventa a plazos con reserva de dominio del predio, en el cual se propone establecer el proyecto.

Para los efectos de dominio, y representación se remite en el anexo correspondiente, la documentación legal anteriormente descrita, que avala la propiedad del terreno, así como también el Acta Constitutiva de la Sociedad NAJ Desarrollos S.A. de C.V., en la cual se nombra como Administrador Único al C. Eduardo Ruíz López, por lo cual de igual forma se entrega su Identificación oficial, CURP, así como también se presenta el Cédula de Identificación Fiscal de la Sociedad NAJ Desarrollos S.A. de C.V. (Copias simples incluidas en los Anexos del presente documento).

En la Tabla II.3, se presentan datos de la documentación legal que acredita la legal propiedad del predio denominado “Rancho El Gallero Veracruz F2-F1-F5”, donde se propone realizar el proyecto “Residence Paradise”.

**Tabla II.3. Datos del predio del proyecto.**

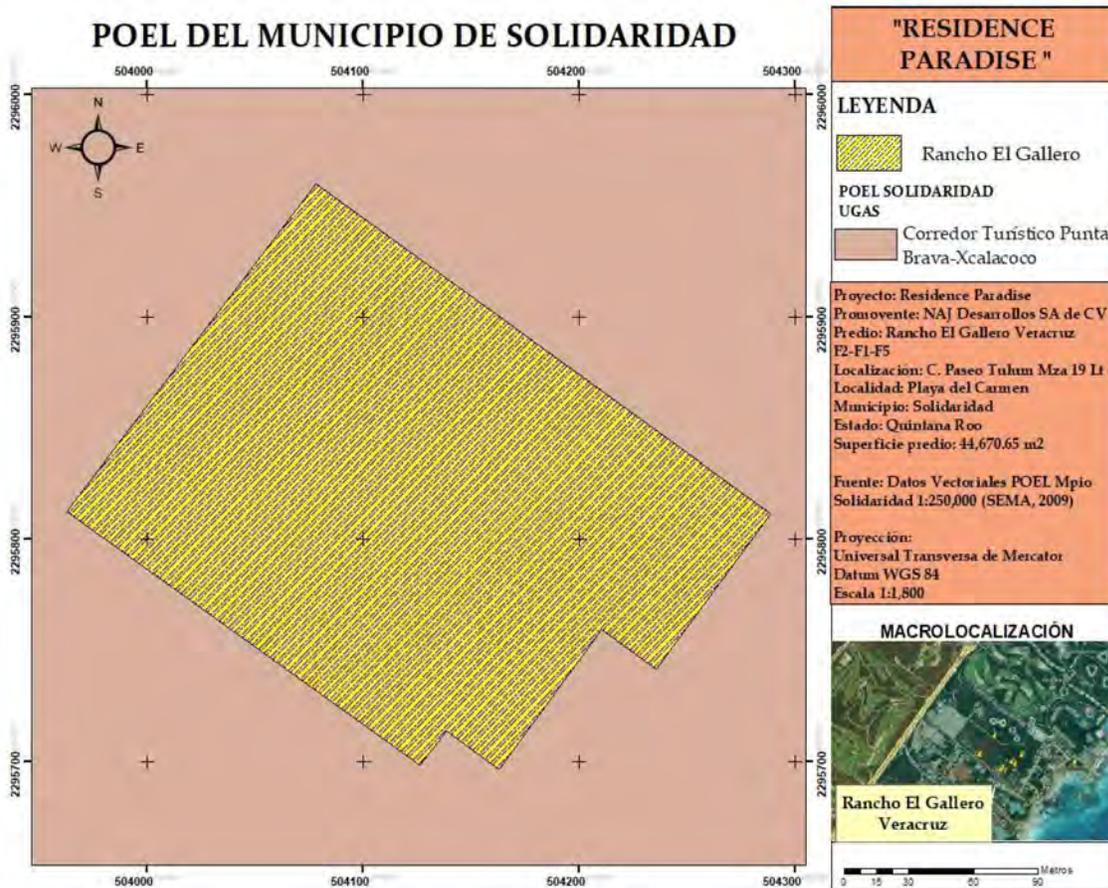
Nombre del Posesionario	Superficie total del predio	Superficie Aprovechamiento	Régimen de propiedad	Tipo de documento legal	Mpio.	Tipo(s) de vegetación	Afectación temporal o permanente/con o sin sellamiento de suelo
NAJ Desarrollos S.A. de C.V.	44,670.65 m <sup>2</sup>	15,563 m <sup>2</sup>	Privada	Escritura Pública	Solidaridad	Selva Mediana Subperennifolia	Afectación permanente con sellamiento de suelo

**II.1.4.1. Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, México.**

El predio denominado “Rancho El Gallero Veracruz F2-F1-F5”, en el cual se propone establecer el proyecto “Residence Paradise” se encuentra regido por el Instrumento de Ordenación denominado PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO, MÉXICO, decretado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo, el 27 de Marzo de 2009. Dentro de este instrumento de ordenación, de acuerdo con la ubicación del predio, este se encuentra dentro de la Unidad de Gestión Ambiental 17 denominada “Corredor Turístico Punta Brava - Xcalacoco” misma que cuenta con una Política Ambiental de Conservación, su Vocación de

Uso del Suelo es Turística y se señalan como Usos Condicionados los siguientes: Turístico, Ecoturístico, Suburbano, UMA's, Deportivo, Parque recreativo, Comercial, Equipamiento, Reserva natural, y Marina (Fig. II.19).

Es importante señalar que de acuerdo con la UGA en la cual se encuentra el predio del proyecto la superficie máxima de aprovechamiento no podrá exceder del 35 % del predio en donde se realizará el desplante del proyecto, incluyendo obra exterior, circulaciones, áreas verdes y cualquier otra obra o servicio relativo al uso permitido. La superficie restante deberá mantenerse en condiciones naturales (Criterio CE-27 POEL Solidaridad).



**Figura II.19. Localización del predio del proyecto con respecto al Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad.**

Derivado de lo anterior, el proyecto “Residence Paradise” solamente contempla establecer todas sus obras dentro de una superficie de 15,608.79m<sup>2</sup>, con lo cual se acata con lo requerido en los criterios ambientales de la UGA 17 del POEL Solidaridad.

Es importante señalar que la densidad de ocupación se está respetando, siendo que para la superficie del predio, el número máximo de lotes que pueden ser establecidos es de 31 y el proyecto solamente propone establecer 26, en los cuales posteriormente serán realizadas viviendas (superficie Lote mayor a 800m<sup>2</sup>) (Criterio CE-20 POEL Solidaridad).

### II.1.5 Urbanización del área

El sitio de ubicación del proyecto se encuentra urbanizado en su totalidad, siendo que se encuentra inmerso dentro de un área urbana del Municipio de Solidaridad, en la cual actualmente ya se encuentran desarrollando diversas actividades por lo cual existen desarrollos habitacionales y turísticos en las inmediaciones del predio. Es importante mencionar que la infraestructura para el predio denominado “Rancho El Gallero Veracruz F2-F1-F5”, localizado en la Calle Paseo Tulum y Xaman-ha, Mza 19, Lt 3, ubicado en la Localidad de Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad, Estado de Quintana Roo, cuenta con todos los servicios como alumbrado público, electricidad y drenaje (Figs. II.20 - II.25).





**Figuras II.20 – II.25. Urbanización del área del Proyecto “Residence Paradise.**

### **II.1.6 Inversión Requerida.**

El Programa de inversión del proyecto se encuentra dividido en cuatro fases, las cuales se desglosan a continuación:

- Preparación del Sitio
- Establecimiento de caminos de acceso
- Medidas de mitigación

Para la construcción de las caminos de acceso dentro del predio del proyecto, y la delimitación de los lotes así como de la aplicación de las medidas de mitigación se estima una inversión aproximada de \$ [REDACTED] [REDACTED]

## **II.2 Características particulares del proyecto**

### **Selección del sitio**

El promovente es propietario del predio rústico identificado como: “Rancho El Gallero Veracruz F2-F1-F5” el cual se encuentra ubicado en la Calle Paseo Tulum y Xaman-ha, Mza 19, Lt 3, Localidad Playa del Carmen, Municipio Solidaridad, Estado de Quintana Roo, cuya superficie legal total en conjunto es de 44,670.65m<sup>2</sup> (4.46 hectáreas), en el se propone desarrollar el proyecto “Residence Paradise”.

La superficie del terreno que es de 44,670.65m<sup>2</sup>, es suficiente y adecuada para el desarrollo del proyecto “Residence Paradise”, así como también es compatible con la vocación de uso de suelo determinada por la autoridad, lo cual se encuentra plasmado en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad.

No se consideraron otras posibilidades para la edificación del proyecto “Residence Paradise”, ya que esta propiedad ofrece, precisamente, las opciones requeridas para un proyecto de esta naturaleza en un contexto turístico habitacional que permite la construcción y operación del proyecto.

**Descripción del proyecto**

El proyecto “Residence Paradise”, corresponde a una propuesta para la implementación de caminos de acceso, para el desarrollo turístico-habitacional del predio del proyecto, lo cual implica la modificación de una superficie que actualmente presenta vegetación forestal aunque de acuerdo a lo descrito por el INEGI (Serie VII, 2021), el área en la cual se encuentra dispuesto el predio presenta el uso de suelo “Asentamientos Humanos”, esto debido a que en todos a los alrededores del predio, ya se presentan desarrollos habitacionales, y turísticos, puesto que se encuentra en una zona urbana cercano la costa en el Municipio de Solidaridad.

El proyecto contempla un desarrollo habitacional de 26 lotes, los cuales tendrán una superficie mínima de 800m<sup>2</sup>, que estarán conectados por caminos de acceso, así como lotes destinados a áreas comerciales, un área de donación al Municipio de Solidaridad destinada a la protección del manglar, la cual forma parte del área de conservación del proyecto (Fig. II.26).



**Figura II.26. Distribución del Proyecto “Residence Paradise.**

Es importante señalar que derivado de lo indicado en el POEL Solidaridad, solamente se puede aprovechar el 35% de la superficie total del predio, por lo cual la superficie máxima de aprovechamiento que será permitida dentro de cada uno de los Lotes que propone el proyecto, será de 330m<sup>2</sup>, y de esta manera cumplir cabalmente con lo indicado en el instrumento de ordenación.

### **Características estructurales de los caminos de acceso**

Las actividades constructivas convencionales comprenden la nivelación física del terreno a través de la realización de algunos cortes para el desplante, y la formación de los terraplenes correspondientes para poder cumplir con el alineamiento vertical proyectado.

En este sentido cabe aclarar que de acuerdo con las condiciones estructurales del suelo donde se localiza el proyecto los cortes a realizar serán tipo corte en caja a nivel muy superficial de manera que el alineamiento vertical se alcanzará en mayor parte a través de la construcción de terraplenes someros.

## **II.2.1 Etapa de Construcción**

A continuación, se describen las obras y operaciones que se realizarán en la etapa de construcción.

### **II.2.1.1 Obras civiles a realizar**

Para el desarrollo del proyecto se prevé la apertura del camino de acceso, el cual se encuentra dividido en dos secciones (Fig. II.26) en un área de una superficie sellada semipermeable de 6,361.25m<sup>2</sup>, dado que la corona del camino tendrá un ancho de 12 metros, por alrededor de 500 metros de longitud (la longitud se refiere a la suma de las longitudes de las dos secciones del camino de acceso previsto).

### **II.2.1.2 Excavación, compactación y nivelación**

No se prevé la realización de rellenos, dragados ni desviación de cauces, principalmente porque en el predio no hay señales de escorrentías horizontales debido a la configuración del terreno, solamente fue detectada la ubicación de dos cenotes, pero ambos cuerpos de agua se encuentran dentro de las áreas de conservación que mantendrá el proyecto. El material producto de la excavación será empleado en las áreas que requieran ser niveladas, principalmente en las zonas más bajas, sin embargo, no se requerirá de grandes volúmenes de relleno dada la configuración del terreno. El escaso suelo fértil que pudiera llegar a removerse se guardará para su empleo en las áreas de conservación del proyecto. No se prevé sobrantes de material producto del despalme.

### II.2.1.3 Cortes

En virtud de las condiciones topográficas de la zona de proyecto las cuales presentan un relieve con pendiente casi horizontal a todo lo largo del trazo, únicamente se prevé la realización de algunos cortes en caja para posteriormente sustituirlo por material terreo con características estructurales adecuadas proveniente de los Bancos de material autorizado.

### II.2.1.4 Acarreos

Para la colocación de las estructuras que conformarán los caminos de acceso, es necesario disponer de una gran cantidad de material terreo y pétreo proveniente de los bancos de material autorizados, por lo cual resulta natural que el movimiento de material de bancos de material sea realizado mediante el uso de camiones de volteo con las consecuentes afectaciones que esto conlleva como derrames accidentales, aumento del tránsito a nivel local en la ruta hacia los distintos bancos de material, por ello es que deberán tomarse en cuenta todas las previsiones posibles, para minimizar estas afectaciones que son inherentes a estas actividades.

### II.2.1.5 Terraplenes

Una vez realizados los trabajos de desmonte, despalme y limpieza general en el área que ocuparán los caminos de acceso, se realizarán los terraplenes con material producto de los bancos de material, formándose con capas horizontales y de espesor adecuado al equipo de construcción, de manera que se logre el noventa por ciento (90%) de compactación de su P.V.S.M. mediante la prueba AASHTO estándar. Para dar por terminada la realización del terraplén, se verificará el alineamiento, el perfil y la sección de su forma, anchura y acabado.



**Figuras II.27 y II.28. Maquinaria típica utilizada para la construcción de caminos.**

Las máquinas más empleadas para el movimiento de tierras, son normalmente tractores niveladores (bulldozer) de potencias entre 150 y 220 HP montados sobre zapatas (orugas). Actualmente se utilizan máquinas como los equipos Caterpillar Serie II o Komatsu D65EX-

12. Los tractores están equipados con una hoja de 4 metros de ancho y una capacidad de 4 a 7 metros cúbicos. Por lo general operan con orugas de ancho estándar (510 mm), pesan entre 18 y 24 toneladas y generan presiones al suelo del orden de 50 a 60 kPa. Estos equipos están equipados de un desgarrador de tres dientes que se emplea para remover terrenos duros y soltar tocones (Figs. II.27 y II.28).

#### II.2.1.6. Riego de sello

En todo el ancho de la corona, se aplicará un riego de sello empleando material pétreo tipo 3-E procedente del banco de material autorizado, a razón de 12.0 litros/m<sup>2</sup>. El material pétreo deberá cumplir con las Normas de Calidad correspondientes.



**Figuras II.29 y III.30. Equipos convencionales utilizados para la ejecución de las actividades.**

#### II.2.1.7. Señalamiento para protección de obras

La empresa constructora suministrará y colocará el señalamiento necesario y suficiente para resguardar la seguridad del personal que labora en el proyecto, para el inicio de las actividades en la obra se deberá contar con todo el señalamiento, la supervisión de obra autorizará el inicio de los trabajos una vez que el señalamiento haya sido colocado.

Al respecto son de observancia especial las siguientes indicaciones:

- El personal de trabajo deberá contar con el equipo adecuado de seguridad, de acuerdo con las condiciones que marca el Reglamento General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Se contará con espacio adecuado y suficiente en almacenes para el resguardo de dispositivos, equipos y materiales indispensables y completos empleados en la señalización de la obra y protección personal de los trabajadores.
- Se mantendrán las áreas y entornos de construcción con el máximo de limpieza y visibilidad.

### II.2.2 Programa de Trabajo

El proyecto denominado “**Residence Paradise**”, contempla realizarse en el predio “Rancho El Gallero Veracruz F2-F1-F5” el cual se encuentra ubicado en la Calle Paseo Tulum y Xamanha, Mza 19, Lt 3, Localidad Playa del Carmen, Municipio Solidaridad, Estado de Quintana Roo, se considera que, el programa de trabajo para el desarrollo del proyecto requiere un periodo de **36 meses a partir de la fecha de autorización**; este plazo se justifica porque el inicio de la obra está supeditado, a la tramitación de diversos permisos en dependencias federales, estatales y municipales. Es importante recalcar, que, para la ejecución de este, se requiere la realización de actividades administrativas de carácter oficial, así como la ejecución de diversas actividades a realizarse en el predio; cabe señalar que ambas partes, son complementarias y necesarias, para la correcta implementación del proyecto.

La etapa de tramitación de permisos, y preparación del sitio para la construcción de del proyecto, dará inicio una vez que se cuente con todas las autorizaciones correspondientes.

### II.2.3 Dimensiones del proyecto

El predio “Rancho El Gallero Veracruz F2-F1-F5”, en el cual se propone realizar el proyecto “Residence Paradise”, se encuentra ubicado en la Calle Paseo Tulum y Xamanha, Mza 19, Lt 3, Localidad Playa del Carmen, Municipio Solidaridad, Estado de Quintana Roo. El proyecto “Residence Paradise” plantea la construcción de caminos de acceso, para la conectividad y circulación a través de los lotes turístico-habitacionales y comerciales, que proponen ser realizados en la superficie del predio.

La superficie de aprovechamiento que propone el proyecto “Residence Paradise” asciende a 15,608.79m<sup>2</sup> (1.56 hectáreas).

En la Tabla II.4, se presenta la descripción de las superficies por tipo de obra, y el porcentaje de ocupación de cada una de ellas, del proyecto “Residence Paradise”.

**Tabla II.4. Cuantificación del porcentaje de ocupación por tipo de obra del proyecto.**

Tipo de Superficie	Superficie (m <sup>2</sup> )	% con respecto a la zona del predio
<b>Superficies Aprovechamiento</b>		
Caminos de acceso	6,361.25	14.24
Área comercial	667.54	1.49
Área Aprovechamiento Lotes	8,580	19.21
<b>Subtotal Aprovechamiento</b>	<b>15,608.79</b>	<b>34.94</b>

Tipo de Superficie	Superficie (m <sup>2</sup> )	% con respecto a la zona del predio
<b>Superficies Conservación</b>		
Superficie Conservación Manglar	10,053.92	22.51
Superficie Conservación Selva	6,586.78	42.55
<b>Subtotal Superficie Conservación</b>	<b>8,760.68</b>	<b>65.06</b>
<b>Superficie Total Aprovechamiento</b>	<b>15,608.79</b>	
<b>Superficie Total Conservación</b>	<b>29,061.86</b>	
<b>Total Superficie del predio</b>	<b>44,670.65</b>	

De acuerdo con lo presentado en la tabla anterior, el proyecto “Residence Paradise”, se implementará en una superficie total de 15,608.79m<sup>2</sup> (1.56 hectáreas), esto representa el 34.94% de la superficie total del predio; dentro del área de aprovechamiento, se consideran los caminos de acceso, los lotes comerciales y las superficies de aprovechamiento que se podrá ocupar en cada uno de los 26 lotes.

Es importante recalcar que los 26 lotes contemplados todos tienen una superficie mínima de 800m<sup>2</sup> (acorde a lo requerido en el criterio CE-20 POEL Solidaridad), pero de la superficie total de estos, solamente se podrá realizar la ocupación de 330m<sup>2</sup>, y la superficie restante se mantendrá como superficie de conservación y en ella no serán realizadas obras civiles, así como tampoco de implementación de áreas verdes, por lo cual en dichas zonas se promoverá la proliferación de vegetación natural.

El área de conservación (sin afectación) del proyecto, asciende a 29,061.86m<sup>2</sup> (2.9 hectáreas), lo cual representa el 65.06% de la superficie total del predio. Es importante señalar que dentro del área de conservación se esta contemplando la superficie que ocupa la vegetación de manglar y el área que ocupan los cenotes, siendo que en ninguna de estas áreas se realizarán algún tipo de obra y/o actividad, y estarán en conservación estricta. Con respecto a las labores de enriquecimiento que se realizarán como parte de las medidas de mitigación del proyecto, estas solamente serán realizadas dentro del área de conservación con vegetación de selva, siendo que este es el tipo de vegetación que se verá afectada por la implementación del proyecto “Residence Paradise”.

#### **I.2.4 Representación Gráfica Regional**

La Región Hidrológica RH32 (Yucatán Norte), abarca, además del estado de Quintana Roo parte de Yucatán y Campeche, con una superficie total de 56, 443 km<sup>2</sup>; en el estado comprende la porción norte, cubre un área que equivale a 31.77% estatal (14,372.29 Km<sup>2</sup>); sus límites en la entidad son: al norte el Golfo de México, al este el Mar Caribe, al sur la Región Hidrológica 33 (RH33), y al oeste el estado de Yucatán donde continúa. Presenta dos

cuencas denominadas: 32A Quintana Roo, y 32B Yucatán, aunque de esta última sólo abarca una pequeña área dentro del Estado.

De acuerdo con lo anterior, señalando de manera más puntual, predio rústico identificado como “Rancho El Gallero Veracruz F2-F1-F5” el cual se encuentra ubicado en la Calle Paseo Tulum y Xaman-ha, Mza 19, Lt 3, Localidad Playa del Carmen, Municipio Solidaridad, Estado de Quintana Roo, donde se propone establecer el proyecto “Residence Paradise”, se encuentran inmerso en la Región Hidrológica RH32, Subcuenca RH32 Aa–Quintana Roo (INEGI, 2010) (Figura II.31).

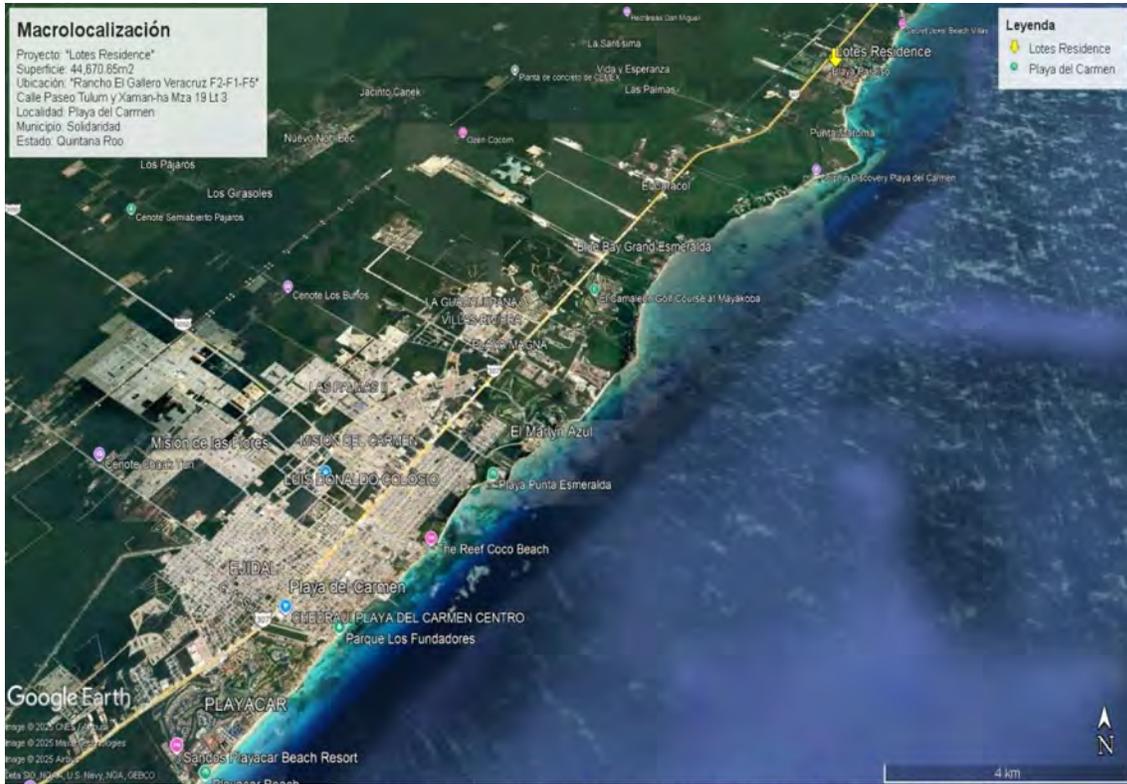


**Figura II.31. Ubicación del predio del proyecto en la Subcuenca RH32Aa (INEGI, 2010).**

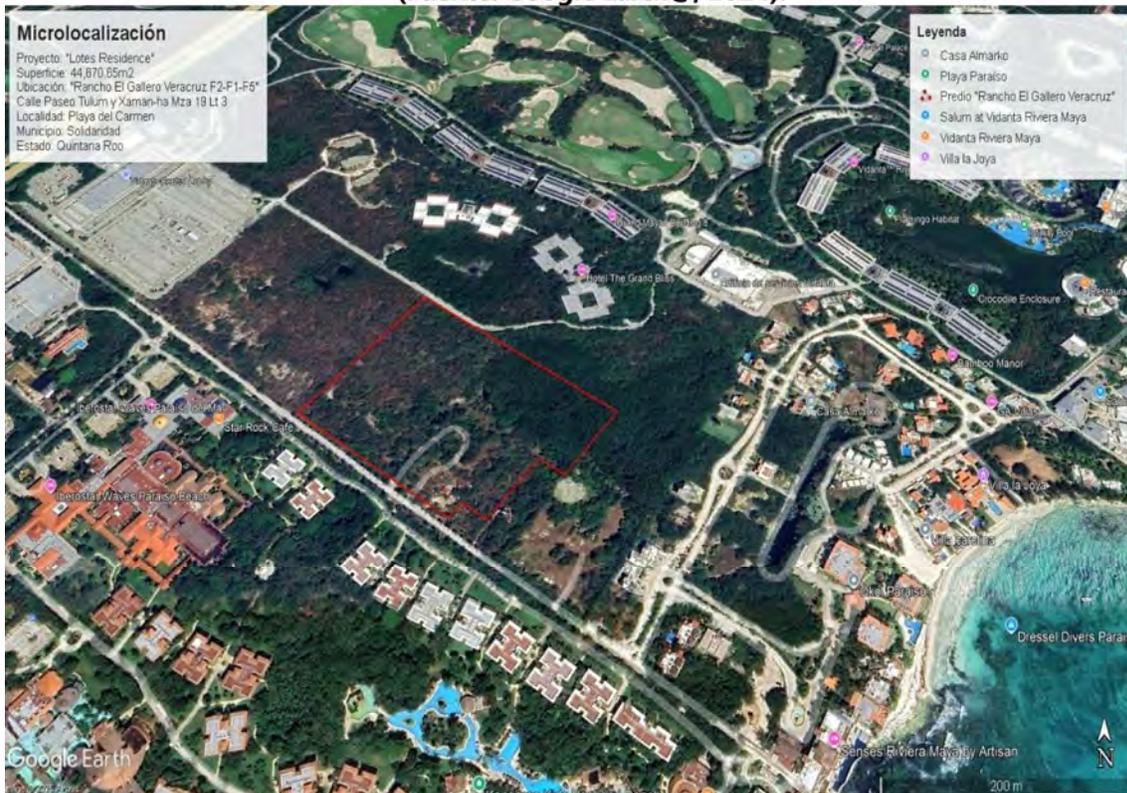
### II.2.5 Representación Gráfica Local

El proyecto se propone realizar en el predio rústico identificado como “Rancho El Gallero Veracruz F2-F1-F5” el cual se encuentra ubicado en la Calle Paseo Tulum y Xaman-ha, Manzana 19, Lote 3, ubicado en la Localidad de Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad, Estado de Quintana Roo, cuya superficie legal total es de 44,670.65m<sup>2</sup> (4.46 hectáreas).

Es importante señalar que el predio del proyecto se encuentra ubicado dentro del área urbana de la Localidad de Playa del Carmen, área que actualmente ya se encuentra urbanizada, dado que es un área turística, debido al atractivo natural, que existe en la zona, siendo que, a los alrededores del predio, se encuentran diversos desarrollos turísticos, tanto hoteleros como residenciales (Figs. II.32 y II.33).



**Figura II.32. Macrolocalización del proyecto "Residence Paradise" (Fuente: Google Earth®, 2024).**



**Figura II.33. Microlocalización del proyecto "Residence Paradise" (Fuente: Google Earth®, 2024).**

De manera puntual el predio del proyecto se encuentra regido por el *Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, México*, inmerso dentro de la UGA 17 denominada “Corredor Turístico Punta Brava – Xcalacoco”, así de igual forma las actividades y parámetros de construcción se encuentran regidos de acuerdo a lo dispuesto en referido instrumento de ordenación, siendo que la vocación del suelo de la Unidad de gestión Ambiental en la que se encuentra el predio del proyecto es Turística.

### II.2.6 Preparación del sitio

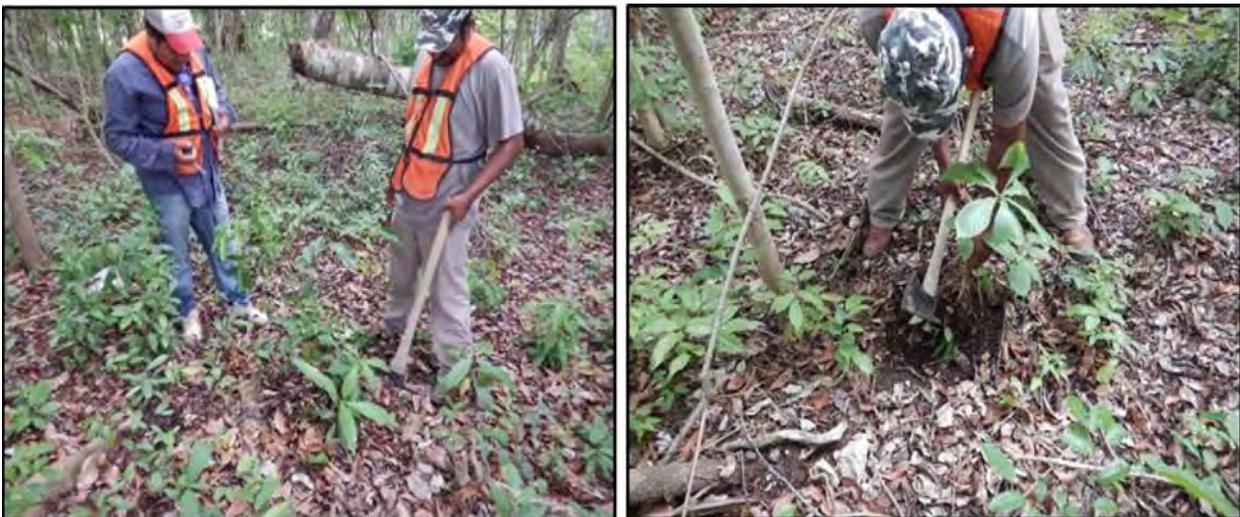
Durante esta etapa las principales actividades serán: el rescate de flora silvestre, el ahuyentamiento y rescate de fauna silvestre, el desmonte, el despalme. Además de la capacitación de personal y el sistema de señalización preventiva.

Otras obras asociadas necesarias serán la habilitación de instalaciones temporales, la explotación de bancos de materiales y/o préstamo, y la ubicación de bancos de tiro/desperdicio.

#### Rescate de Flora Silvestre

Anexo al presente estudio se presenta el “Programa de Rescate y Reubicación de Flora del proyecto “Residence Paradise”.

Se rescatarán especies importantes de flora como parte de las acciones previas al desmonte y despalme, con el objeto de propiciar y asegurar la continuidad de la evolución de los ecosistemas ambientales y la biodiversidad de las especies, lo anterior redundará en una disminución en la pérdida de flora, fauna y alteración del ecosistema, causados por la implementación del proyecto.



**Figuras II.34 y II.35. Actividades típicas de rescate y traslado de organismos vegetales.**

El rescate deberá enfocarse principalmente en las especies protegidas y de aquellas de lento crecimiento y difícil propagación en un vivero de acuerdo con los criterios considerados para el rescate.

Los criterios empleados para el rescate serán los siguientes:

1. Especies amenazadas dentro de alguna categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
2. Especies que están constantemente sometidas a presiones de extracción o aprovechamiento para usos ornamentales, comestibles, medicamentos, para la obtención de materias primas o compuestos etc. En este criterio se consideran también aquellas especies enlistadas en la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora Silvestres (CITES).
3. Especies de importancia biológico-económica.

### **Ahuyentamiento y Rescate de Fauna Silvestre**

Anexo al presente estudio se hace entrega del “Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre, del proyecto “Residence Paradises”.

La preparación del sitio para la realización del proyecto supone la pérdida de hábitat del territorio, ocupado por la propia infraestructura, creándose un área de influencia negativa para la fauna en su entorno más próximo. Aun cuando el área ocupada por el proyecto resulta ser pequeña considerándola a nivel de paisaje, este puede modificar la densidad de algunas especies en su entorno inmediato (Sanz *et al.*, 2001), principalmente en aquellas zonas que albergan una gran diversidad biológica o que contienen hábitat clave para la supervivencia de especies sensibles o amenazadas.

Previo a la aplicación de técnicas de rescate y reubicación de ejemplares faunísticos que pudieran localizarse en las áreas de construcción, es importante considerar acciones para ahuyentar la fauna cercana. La sola presencia de personal provoca un alejamiento de la fauna de las zonas de trabajo, aprovechando esta situación, se plantea la situación de provocar el mismo efecto por medios inducidos. Esta actividad se realizará, en los campamentos, antes y durante la etapa de topografía, despalme, desmonte, y construcción del proyecto; lo anterior utilizando técnicas particulares para cada especie o grupo de especies.

Aspectos importantes para considerar:

1. Previo a las actividades de desmonte se realizará el ahuyentamiento de la fauna por medio de generación de ruido y persecución. Las obras de apertura de brecha para efectos de marcar el trazo de la carretera pueden ser un momento adecuado para iniciar las labores de ahuyentamiento.

2. Prohibir al personal de la obra molestar, capturar y/o traficar especies (de acuerdo con el reglamento interno de comportamiento del personal en obra, que considere medidas de protección a la fauna, que deberá tener cada empresa contratista).
3. El rescate lo deberá realizar personal especializado en el manejo de fauna silvestre, y que cuente con los equipos y materiales adecuados para tales fines.
4. Es importante contar con un especialista en fauna para la protección y rescate de individuos, durante las labores de desmonte y despalme, preferentemente, sin embargo, se debe de considerar la presencia de un especialista o personal capacitado durante el desarrollo de toda la obra



**Figuras II.36 y II.37. Ejemplos de las actividades típicas de rescate y liberación de fauna silvestre.**

### **Desmonte y despalme**

Para el desmonte únicamente se realizarán labores manuales para eliminar las hierbas, arbustos y árboles presentes exclusivamente en el área de desplante de las obras previstas. En esta etapa del proyecto no se hará uso de maquinaria pesada, todas las labores se realizarán con herramientas manuales.

El sembrado del proyecto se ha diseñado en la porción central y laterales del predio. Se rescatarán y reubicarán todos los individuos en estrato herbáceo que por su especie y condición sean susceptibles de rescate; los individuos arbóreos, arbustivos y procedentes del socoleo que no se rescaten y/o reubiquen serán removidos, trozados y empleados en el mejoramiento de suelos en las áreas de conservación en donde se colocarán individuos endémicos, y de alto valor ecológico.

Desmonte. Previo a la actividad central del movimiento de tierras se deberá hacer el desmonte, para lo cual se utilizarán solamente herramientas manuales, tales como motosierras, machetes, desbrozadoras, palas y picos. Como fase previa a las operaciones constructivas, será necesaria una limpieza del terreno natural, básicamente la eliminación del material orgánico, incluida la vegetación natural, fase que se denomina desmonte

cuando se refiere a árboles y arbustos, y despalme cuando se refiere a la eliminación de una capa superficial de terreno.

El área para desmontar para el proyecto "Residence Paradise" es de 15,563m<sup>2</sup> (1.55 hectáreas).

### **Delimitación física de las áreas de desmonte**

Una vez delimitada el área de trabajo se procederá a colocar una malla alrededor de la zona total del proyecto, para que todo el personal y proveedores tengan conocimiento del área destinada a los trabajos de preparación del sitio y construcción, además, permitirá delimitar el área de conservación separándola de la de trabajo. La malla de delimitación será un elemento importante y útil para el rescate de fauna y flora.



**Figura II.38. Ejemplos de colocación de malla para la delimitación de la superficie de aprovechamiento del proyecto.**

La presencia de la malla evitará la dispersión de polvos y residuos sólidos generados sean arrastrados por el viento hacia las áreas naturales del predio y propiedades colindantes. Se colocarán señales y letreros informativos y preventivos relacionados con las actividades de seguridad, cuidado de flora y fauna y otros que se consideren necesarios para el buen desarrollo de la obra.

Se colocarán cintas amarillas alrededor de los árboles y arbustos que serán conservados a efecto de que el personal tenga conocimiento de que no deben dañar los ejemplares seleccionados.

Se determinará de manera definitiva la ubicación donde se colocarán los letreros informativos de madera, la colocación de los contenedores temporales de residuos sólidos y las áreas de acopio temporal de material constructivo.

Suelo orgánico para remover. A lo largo del tramo en estudio pueden localizarse básicamente dos espesores promedio de suelo orgánico removible, en zonas altas se tiene una capa de suelo orgánico de aproximadamente 5-6 cm en promedio y en las partes más bajas se tiene una capa de espesor promedio de 20 cm, el rescate de la mayor cantidad de suelo posible deberá efectuarse siempre y cuando esto resulte técnica y económicamente factible.

#### **Acopio y triturado del material vegetal resultante del desmonte.**

La vegetación obtenida del desmonte se trasladará a un sitio donde se almacenarán de manera temporal y posteriormente se triturarán a fin de obtener material para ajardinados o bien el material se retirará a sitios de disposición de residuos sólidos autorizado por la autoridad municipal.

#### **Desbroce y limpieza final**

Esta acción tiene por objeto realizar una limpieza final del área ya delimitada para la construcción del Proyecto. Se prepara el terreno para la fase de construcción la cual conlleva mayor actividad y generación de residuos. La limpieza permitirá dejar un espacio libre de troncos, residuos sólidos que garantizaran la seguridad de los trabajadores y el manejo ordenado de los materiales de construcción y de la obra.

#### **Excavación, nivelaciones y compactaciones.**

Las áreas de construcción del proyecto se excavarán hasta alcanzar el nivel requeridos para este. De acuerdo con el análisis del proyecto se realizará una excavación y nivelaciones puntuales en las áreas de obra y de cambio de uso de suelo forestal y no en la totalidad del polígono predial.

### **II.2.7 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto**

#### **Bodega**

Se requiere de una bodega provisional (materiales de la región) para almacén de materiales, la cual será construida a base de una estructura de madera y láminas de cartón y será destinada al almacenamiento de herramienta y materiales de construcción que requieren de protección ante las inclemencias del tiempo (resguardo de herramienta).

La ubicación de la bodega está diseñada para utilizar la superficie que posteriormente será el camino central del proyecto de manera que no se incrementa la superficie de despalme. Una vez terminada la obra civil, se retirará la bodega y se harán la limpieza de la zona. Para

la bodega de materiales se requiere mínimo 40 m<sup>2</sup>, no obstante, toda la estructura será temporal, sin piso ni elementos permanentes.

### Áreas de trabajadores

Se requiere proporcionar a los empleados de la construcción de un espacio para ir al sanitario y alimentarse, por lo que se prevé la adquisición de baños portátiles, así como una pequeña estructura a base de madera de la región y lámina de cartón, misma que tendrá 10 m<sup>2</sup>, que se empleará para que el personal pueda servir su alimentación, al término de la obra se removerá por completo esta estructura.

### Instalaciones sanitarias portátiles

Debido a que la ejecución del proyecto implica la ocupación de personal *in situ* es recomendable la instalación de servicios sanitarios en el área de trabajo y cerca de almacenes, bodegas y en su caso de campamentos en cantidad suficiente para cubrir la demanda en obra (un sanitario por cada 10 trabajadores).



**Figuras III.39 y III.40. Tipo de sanitarios portátiles que pretenden instalarse en el predio del proyecto, durante las etapas de preparación y construcción del sitio.**

Estas instalaciones deberán ser portátiles o semi-portátiles. La recolección de los residuos generados por este servicio quedará a cargo de la empresa que preste el servicio de los sanitarios portátiles, así como su mantenimiento mientras se ejecute el proyecto y su retiro al término de la ejecución de los trabajos. Cualquier impacto negativo ocasionado por un manejo inadecuado durante el retiro de estos equipos deberá ser mitigado por la empresa encargada de prestar el servicio de renta de sanitarios.

### II.2.8 Operación y Mantenimiento

Las actividades más importantes que debemos destacar durante la operación del proyecto están constituidas por las actividades propias de la operación y las actividades asociadas al

mantenimiento como lo son la reparación y el mantenimiento de la carpeta de rodamiento, limpieza de cunetas y bordillos.

El programa de operación y mantenimiento que se describe con mayor detalle en un apartado posterior, no se puede calendarizar debido a que es flexible y dependerá de las variables de operación, a la vez que deberá ser revisado cada año y modificado para mejorar su funcionamiento.

El control y gestión de los residuos que se generen durante las tareas de mantenimiento será realizado de acuerdo con su clase y tipo. Existe un área de acopio de administrada por el área “Residence Paradise” la cual almacenara todos los residuos resultantes de la operación del proyecto, los cuales después serán recogidas por el servicio de recolecta de basura del Municipio de Solidaridad.

**II.2.9 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones**

No se plantea una etapa de abandono en virtud de que el proyecto se contempla como turístico habitacional de largo plazo. No obstante, en caso de que se determine la demolición o remodelación no contemplada, se harán las gestiones pertinentes ante las autoridades correspondientes.

**II.2.10 Materiales y Sustancias que serán utilizadas**

En cantidad menor y en forma aún no específica se utilizará: cemento, cal, madera para cimbra, clavos, alambre recocido y en general material para construcción. Pero el material más significativo será el agregado pétreo que se obtendrá de los Bancos de Préstamo cercanos y será transportado en camiones de volteo, en la tabla II.5 se muestra el detalle de esta operación.

**Tabla II.5 Materiales para conformar las estructuras del proyecto.**

Material	Etapa	Fuente de Suministro	Forma de manejo y traslado	Cantidad Estimada
Formación y Compactación de Pedraplen	Construcción	Banco de Material	Camión de Volteo	2,000 m <sup>3</sup>
Formación y compactación de material de Banco	Construcción	Banco de Material	Camión de Volteo	2,000 m <sup>3</sup>

## II.2.11 Generación de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera

### Etapa de preparación de sitio y construcción

#### Residuos sólidos

Inicialmente se generarán residuos de origen vegetal constituidos principalmente por tocones y restos del desmonte. Posterior al trazado de los caminos de acceso, se cortan los árboles en una faja que depende del ancho del terraplén proyectado. Es común encontrar en zonas poco perturbadas con vegetación muy densa alrededor de 100 tocones por kilómetro con diversos diámetros, los que deben ser removidos. Como ha sido indicado las actividades de desmonte se realizarán con herramientas manuales. Los residuos orgánicos producto del desmonte (maderables), se darán a las autoridades municipales y estatales para que los empleen en los usos que consideren más convenientes; mientras que los residuos producto del despalme que conserven características adecuadas se ocuparán en etapas posteriores de la construcción de la obra para arropar taludes y recubrir áreas para minimizar afectaciones en el entorno paisajístico o bien al sitio que destine el municipio. Todo el residuo vegetal que no sea aprovechable, se procederá a triturar, para posteriormente ser esparcido en la superficie de conservación con vegetación de selva del proyecto, con la finalidad de aportar materia orgánica, y coadyuvar en la formación de suelos, y de esta forma mejorar las características de cobertura vegetal dentro del área de conservación.

#### Residuos de la Construcción

Los residuos provenientes del material de la construcción serán debidamente separados y transportados a sitios de recolección para reciclaje, o en su defecto, al sitio de disposición final indicado por el H. Ayuntamiento del municipio de Solidaridad. Anexo al presente estudio se presenta un programa integral de manejo de residuos.

#### Residuos Sanitarios

Como se precisó anteriormente, el sitio del proyecto contará con 1 baño portátil a razón de cada 10 trabajadores de la construcción. Los residuos sanitarios provenientes de las necesidades fisiológicas de los trabajadores serán debidamente embolsados y trasladados al sitio de disposición final indicado por el H. Ayuntamiento del municipio de Solidaridad, y los residuos líquidos serán recogidos y trasladados a su disposición final por la empresa encargada de dar mantenimiento y limpieza a los sanitarios.

#### Ruido

El proyecto no emitirá ruidos que estén por encima de lo que marca la NOM-080-ECOL-1993, que establece que la intensidad de ruido se limitará a 86, 92 y 99 decibeles para vehículos de menos de 3,000kg de peso bruto. Durante la construcción el ruido que se

generará en el proyecto será el resultante del tránsito de los vehículos de material y la maquinaria, la cual efectivamente generará ruido, pero al estar bien afinada y engrasada se logra reducir su emisión.

### **Residuos Líquidos**

Como se indicó previamente, durante la preparación de sitio y construcción se utilizará un sanitario portátil tipo sanirent donde el proveedor garantizará la disposición de los residuos de manera regulada.

### **Emisiones a la Atmósfera**

El uso de maquinaria motorizada implica la inevitable emisión de gases producto de la combustión los cuales, sin embargo, pueden ser minimizados utilizando maquinaria nueva o en óptimas condiciones operacionales es decir afinada y con los cambios de fluidos y filtros recomendados por el fabricante.

Los motores no eléctricos que serán utilizados serán, principalmente, a diésel cuya combustión implica la emisión de compuestos en fase gaseosa siendo los principales el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), oxígeno, nitrógeno y vapor de agua estando también presentes en menor concentración monóxido de carbono ( $\text{CO}$ ), el dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ), óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ).

### **Residuos Peligrosos**

Durante la construcción se prevé la utilización de sustancias peligrosas de venta libre razón por la cual se adoptarán medidas de atención a derrames accidentales bajo los siguientes criterios.

Las sustancias peligrosas que sean utilizadas se guardarán en el almacén temporal aisladas de otros insumos de obra y, de ser el caso, en contenedores de plástico para evitar cualquier contacto con el suelo natural.

Se contará con costales de yute para que, en caso de que ocurra un derrame accidental el suelo contaminado pueda ser recolectado y embolsado para su posterior disposición a través de un recolector autorizado el cual garantizará su adecuada gestión.

Para el caso de los combustibles, grasas y aceites estos serán resguardados en bidones y contenedores cerrados en la bodega, siempre a la sombra, y sobre una membrana geotextil que impida el contacto con el suelo y contenga un eventual derrame.

El proyecto demanda insumos considerados peligrosos tales como solventes, pegamentos, aerosoles sustancias corrosivas como ácidos y bases, pinturas y adhesivos entre otros.

La gestión de estas sustancias y compuestos implica la separación por clase, sin que se mezclen unos con otros por lo que el responsable de la obra no deberá acopiarlos y sí entregarlos semanalmente al recolector autorizado.

**Etapas de operación y mantenimiento**

Para la operación y el mantenimiento del proyecto se prevé la generación mínima de residuos sólidos y no habrá aguas residuales, dado que no habrá personal que labore, puesto que el proyecto solamente consiste en la realización de caminos de acceso, para tener movilidad a través del predio.

Durante la operación de los caminos de acceso, la única actividad relevante será el tránsito vehicular. Los principales componentes que generación de emisiones son los que se observan en la Tabla II.6.

**Tabla II.6. Componentes típicos de emisiones durante la operación de los caminos de acceso.**

Contaminante	kg/h
Hidrocarburos	244.86
CO	508.53
NO <sub>x</sub>	522.66
PM10	24.64

De igual forma es importante señalar, que el proyecto, no prevé la realización de ninguna instalación para el suministro de agua, por ello es por lo que se puede indicar que, durante la operación de este, no habrá aguas residuales. El agua solamente será utilizada durante las etapas de preparación del sitio y construcción, y será suministrada a través de pipas.

**Ruido**

El proyecto no emitirá ruidos que estén por encima de lo que marca la NOM-080-ECOL-1993, que establece que la intensidad de ruido se limitará a 86, 92 y 99 decibeles para vehículos de menos de 3,000kg de peso bruto. Durante la etapa de operación el ruido que se generará en el proyecto será el resultante del tránsito de los vehículos a través de los caminos de acceso, para poder acceder a los lotes,

**II.2.12 Manejo de Residuos**

Como se ha mencionado, durante las etapas de preparación de sitio y construcción se dispondrán contenedores con tapa del volumen apropiado de RSM para que no rebosen y

espacios de acopio de RME cuya recolección estará a cargo del servicio municipal. Los contenedores estarán claramente diferenciados para evitar la mezcla de residuos fomentando su separación. Su recolección será periódica.

Este material se acopiará en zonas previamente definidas al interior del predio y dos veces por semana serán recolectados con destino a un área de acopio temporal autorizada.

Para el caso de la generación de residuos peligrosos, tales como tierras contaminadas con aceites lubricantes o hidráulicos de maquinarias, y equipos de transporte, así como trapos y recipientes impregnados con los mismos, se establecerá un almacén temporal, diseñado de acuerdo con las especificaciones del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos.

Los residuos sólidos urbanos de la etapa de preparación del sitio y construcción del Proyecto se almacenarán de forma temporal en contenedores siendo recolectados periódicamente por el servicio municipal de acuerdo con la tasa de generación y a los tiempos de recolección determinados por el Servicio de limpieza municipal.

En la etapa de operación del Proyecto se contará con el servicio de recolección municipal que opera en el sitio.

### **Disposición de residuos.**

#### **Residuos sólidos urbanos.**

Los residuos sólidos urbanos de la etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto se almacenarán de forma temporal en contenedores con tapa siendo recogidos por el servicio municipal de acuerdo con la tasa de generación y a los tiempos de recolección. En la etapa de operación del Proyecto, los residuos serán depositados temporalmente en sitios designados para ello para posteriormente ser recolectados y dispuestos por el servicio de limpieza de acuerdo con las especificaciones municipales.

#### **Material vegetal**

Derivado de la actividad de desmonte de las áreas autorizadas, se generarán restos vegetales que, en parte, serán triturados y convertidos en composta, mismo que se empleará para el mejoramiento de suelos en las áreas colindantes.

#### **Material de despalle**

Derivado de la actividad de despalle de las áreas autorizadas, se generarán restos de roca y suelo que serán trasladados a un sitio de disposición de materiales autorizado por el municipio. Regularmente estos restos se utilizan como relleno de bancos de material pétreo abandonados o en restauración.

### Residuos Peligrosos

Debido a la operación de maquinaria que se utilizará para el desarrollo de las obras y el empleo de ciertas sustancias en algunos de los procesos de acabado de obra, se espera la generación de un volumen no cuantificado de residuos peligrosos consistentes en aceite quemado, estopas impregnadas con hidrocarburos, envases de sustancias corrosivas entre otros. Estos residuos se almacenarán, de forma temporal, en un punto preparador con un firme de concreto y sardinel para evitar escurrimientos al suelo. Contará con muros de block y losa de concreto, así como con la debida señalización y medidas de seguridad. Este almacén se habilitará próximo al almacén de materiales para una adecuada supervisión, control del acceso y manejo de residuos.

Se contratará a una empresa especializada, debidamente autorizada, para la recolección y eventual tratamiento o disposición final de los residuos peligrosos.

### Residuos Líquidos

El tratamiento de los residuos líquidos del proyecto en todas sus etapas es de la siguiente manera:

**Tabla II.7. Tratamiento de residuos líquidos para la obra del proyecto “Residence Paradise”.**

Etapa	Origen	Manejo
Preparación del sitio y construcción	Aguas negras y jabonosas	Baños portátiles (1 por cada 10 trabajadores). La empresa proveedora de los baños portátiles será la encargada de la disposición final adecuada de las aguas residuales que se generen.
Etapa	Origen	Manejo
Operación	Aguas negras y jabonosas	Canalización al sistema de drenaje sanitario para su conducción a la planta de tratamiento del proyecto, para su posterior integración al drenaje del Municipio de Solidaridad.

Durante el funcionamiento del proyecto el agua será proporcionada por el organismo operador, que es la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado (CAPA) Concesionario de la Comisión de Agua potable y Alcantarillado de Quintana Roo con la cual la vivienda, tendrá suministro de agua potable.

En lo que corresponde a las aguas residuales, éstas serán descargadas a la red de sanitaria para ser tratadas en la planta de tratamiento del proyecto, para su posterior desagüe en el drenaje del Municipio de Solidaridad.

### **III. Vinculación con los Ordenamientos Jurídicos aplicables en Materia Ambiental y, en su caso, con la Regulación sobre Uso del Suelo.**

El municipio de Playa del Carmen es una de las zonas del país que más se ha desarrollado desde el punto de vista turístico, y ha traído como consecuencia la expansión de su crecimiento demográfico. Las tasas de crecimiento poblacional que ha presentado durante los últimos años han rebasado todas las expectativas que se tenían contempladas, siendo incluso, la mayor tasa de crecimiento poblacional en el país. Lo anterior ha generado graves problemas de planeación urbana y social, los cuales deben resolverse rápidamente.

El reto de las autoridades del municipio de Playa del Carmen, radica en conciliar el desarrollo económico acelerado de la región por la vía del auge turístico en la zona, con la conservación de las importantes riquezas naturales reconocidas a nivel nacional. El sector turístico en Quintana Roo, se ha desarrollado de manera constante en las últimas décadas y lo ha convertido en la actividad impulsora del desarrollo económico y ha posicionado a la región, como un atractivo turístico a nivel mundial. Debido a esto, en el momento actual resulta necesario que la actividad turística sea congruente con las políticas públicas en materia social. Además, se deberá contribuir a la conservación y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales. Estos retos, van unidos y son ineludibles de afrontar, lo que obliga a contar con instrumentos eficaces de planeación, que contengan un enfoque de sustentabilidad y equilibrio entre el desarrollo urbano y la conservación de los ecosistemas presentes en la zona.

Los programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico son los dos instrumentos de política urbana y ambiental que nuestra legislación contempla para planificar el territorio, a través de la inducción al crecimiento de los centros de población de las zonas más aptas para ello, la orientación de actividades productivas acordes con la vocación del suelo y la aplicación de estrategias de protección y conservación de zonas prioritarias en cuestión de biodiversidad e importancia ecológica.

Respecto a esta recomposición de las áreas urbanas y sus usos económicos, es conveniente mencionar la fragilidad económica y social que tiene el Municipio al depender en un 80% de las actividades turísticas y la conformación de la pirámide de edades de la población actual que demandará nuevos servicios urbanos y empleo en el corto y mediano plazo.

En ese sentido y en congruencia con esta realidad, en abril de 2009 se concluyeron los estudios para la integración, elaboración y publicación del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad (POELMS), mismo que fue publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana, Roo el 25 de mayo del 2009. En este instrumento, quedaron definidas con claridad las áreas factibles al desarrollo urbano, así

como las áreas sujetas a aprovechamiento para su crecimiento, por lo que se cuenta con un instrumento de política ambiental que regula la totalidad del territorio municipal.

En congruencia con ello, en el mes de diciembre del 2010, se concluyeron los trabajos para la elaboración y actualización de los instrumentos de planeación urbana del Municipio. El 20 de diciembre del 2010, fueron publicados en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo, el Programa de Municipal de Desarrollo Urbano de Solidaridad 2010-2050; a través del cual se habrá de aportar parámetros urbanos que permitan regular el crecimiento de territorio municipal.

Con estos instrumentos de planeación, Solidaridad es el primer municipio del estado en contar con importantes programas de planeación ya que se cumplen objetivos fundamentales como es el de atender la problemática particular del municipio, a partir del análisis integral de los aspectos vinculados con su desarrollo urbano, turístico, económico y su preservación ecológica y establecer las políticas, los lineamientos, las estrategias, la normatividad y las acciones necesarias para promover el desarrollo armónico de su territorio, para desarrollar su potencial económico y turístico, equilibrando las demandas de la población, las inversiones necesarias y la capacidad de carga de los recursos naturales existentes en el territorio.

De igual forma, estos Programas definieron los elementos normativos para el ordenamiento y el control urbano de la zona, y establecieron los programas a corto y mediano plazo. Adicionalmente, estos instrumentos permitieron coordinar las acciones contenidas en los programas específicos de las dependencias gubernamentales en materia del desarrollo urbano, ordenamiento vial, dotación de infraestructura y proyectos ecológicos y económicos.

### **III.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (Diario Oficial de la Federación del 07 de septiembre de 2012).**

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) tiene por objeto llevar a cabo una regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las cuales la Nación ejerce su soberanía, identificando áreas de atención prioritaria en materia ambiental. Este clasifica al país en 80 Regiones Ecológicas y 145 Unidades Ambientales Biofísicas (UAB) que han sido generadas y regionalizadas conforme a cuatro criterios: (i) clima, (ii) relieve, (iii) vegetación, y (iv) suelo. De esta manera, el Proyecto se habrá de localizar dentro de la Región Ecológica número 17.33 y la UAB número 62, denominada Karst de Yucatán y Quintana Roo. Las estrategias sectoriales de esta UAB están enfocadas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio, al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana y al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional

Tabla III.1 Atributos de la UAB 62 de acuerdo con el POEGT de 2012

<p><b>Unidad Ambiental Biofísica que la compone:</b> 62. Karst de Yucatán y Quintana Roo  <b>Localización:</b> Oeste, centro, norte y este de Yucatán. Centro, norte y noreste de Quintana Roo  <b>Superficie en km2:</b> 59,542.35 Km2  <b>Población Total:</b> 2,982,494 habitantes.  <b>Población Indígena:</b> Maya</p>	
	
<p><b>Leyenda</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #f4a460; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE, PROTECCION, RESTAURACION Y PRESERVACION</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #6a3d9a; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> PROTECCION, PRESERVACION Y APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE</li> </ul>	
<p><b>Estado Actual del Medio Ambiente 2008:</b></p>	<p><b>Inestable. Conflicto Sectorial Muy Alto.</b> No presenta superficie de ANP's. Media degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Media degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es baja. Longitud de Carreteras (km): Muy Alta. Porcentaje de Zonas Urbanas: Baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km<sup>2</sup>): Baja. El uso de suelo es Forestal y Pecuario. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 0.0. Alta marginación social. Muy bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Alto hacinamiento en la vivienda. Bajo indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Medio porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola: Sin información. Media importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.</p>
<p><b>Escenario al 2033:</b></p>	<p><b>Inestable a Crítico</b></p>
<p><b>Política Ambiental:</b></p>	<p><b>Restauración, Protección y Aprovechamiento Sustentable</b></p>

Prioridad de Atención:		Alta			
UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Estrategias sectoriales
62	- Preservación de Flora y Fauna - Turismo	- Desarrollo social - Forestal	- Agricultura - Ganadería	Pueblos Indígenas	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 21, 22, 23, 31, 32, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44
<b>Estrategias. UAB 62</b>					
<b>Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio.</b>					
A) Preservación		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Conservación <i>in situ</i> de los ecosistemas y su biodiversidad.</li> <li>2. Recuperación de especies en riesgo.</li> <li>3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.</li> </ol>			
B) Aprovechamiento sustentable		<ol style="list-style-type: none"> <li>4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.</li> <li>5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.</li> <li>6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.</li> <li>7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.</li> <li>8. Valoración de los servicios ambientales.</li> </ol>			
C) Protección de los recursos naturales		<ol style="list-style-type: none"> <li>9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados.</li> <li>10. Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos.</li> <li>11. Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA.</li> <li>12. Protección de los ecosistemas.</li> <li>13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.</li> </ol>			
D) Restauración		<ol style="list-style-type: none"> <li>14. Restauración de los ecosistemas forestales y suelos agrícolas.</li> </ol>			
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios.		<ol style="list-style-type: none"> <li>21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.</li> <li>22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.</li> <li>23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) a beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).</li> </ol>			

<b>Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana</b>	
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	<p><b>31.</b> Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.</p> <p><b>32.</b> Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.</p>
E) Desarrollo Social	<p><b>36.</b> Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.</p> <p><b>37.</b> Integrar a mujeres indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.</p> <p><b>38.</b> Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.</p> <p><b>39.</b> Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.</p> <p><b>40.</b> Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.</p>
<b>Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional</b>	
A) Marco Jurídico	<b>42.</b> Asegurara la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	<p><b>43.</b> Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.</p> <p><b>44.</b> Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.</p>

En este caso, el proyecto se inserta dentro de Grupo I mismo que está “dirigido a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio”. Así como el sector E), mismo que refiere el “aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios”. Por lo que, en este caso, se considera el aprovechamiento de un espacio apto para el desarrollo de actividades turísticas. Por lo que se espera contribuir en el desarrollo regional considerando el dinamismo, la fortaleza y la riqueza del territorio, mismo que ha sido dotado de variedad de paisajes y atractivos derivados de la cultura Maya. Lo cual finalmente validará las distintas estrategias sectoriales

de esta UAB, las cuales están enfocadas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio, al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana y al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.

### **III.2. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (Diario Oficial de la Federación, del 24 de noviembre de 2012)**

El Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMRGMMC), es el instrumento de política ambiental que permite regular e inducir los usos del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos en el medio marino.

El POEMRGMMC se estableció considerando el valor ambiental único de los ecosistemas de la región costero-marina del Golfo de México y el Mar Caribe, valor que se hace patente con la presencia en la zona de elementos naturales tan preciados como arrecifes coralinos, manglares, lagunas y dunas costeras. Sin embargo, y a pesar de su gran valor, los ecosistemas que se localizan en esta región se encuentran bajo una alta presión, entre otras causas, por la realización de diversas actividades humanas que la afectan ambientalmente; aunado lo anterior a la constante afectación por fenómenos meteorológicos y los efectos adversos del cambio climático. Teniendo en cuenta lo anterior, la autoridad consideró necesario decretar este instrumento de planeación que garantizara que el desarrollo regional se ejecute bajo principios de sustentabilidad por su inestimable valor ambiental, económico, social y cultural.

En este sentido y para lograr sus objetivos, el POEMRGMMC habrá de generar los mecanismos necesarios para que el uso proyecto y las actividades productivas que se realicen en la región, se desarrollen de forma tal que se asegure el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y se protejan los factores del medio ambiente. Para la identificación y construcción de los mecanismos antes mencionados y contenidos en el POEMRGMMC se realizó un profundo análisis de las tendencias de deterioro y de las potencialidades de aprovechamiento del Golfo de México y el Mar Caribe.

El diagnóstico económico contenido en el programa destaca que esta región se caracteriza por dos de las actividades más importantes en cuanto a la generación de ingresos, como son la producción de petróleo y la industria turística. Lo cual confirma la importancia que tiene la implementación de un Proyecto como el que se presenta a evaluación, pues se deberá asegurar la continuidad de los procesos naturales, en una porción importante de la región objeto de regulación del POEMRGMMC y dentro del sector turístico, precisamente correspondiente con una de las actividades económicas más importantes en el estado de Quintana Roo.

Instrumentalmente, el POEMRGMCM contiene una caracterización de la región costero-marina del Golfo de México y el Mar Caribe (Figura III.1), así como un diagnóstico de problemáticas ambientales detectadas en la región y un pronóstico respecto de las mismas, así como propuestas para la solución de dichas problemáticas, incorporando lineamientos y estrategias ecológicas para la generación de condiciones de desarrollo sustentable mediante la identificación de aptitudes sectoriales de desarrollo de la región. En este sentido, el POEMRGMCM reconoce como sectores de actuación los siguientes: Conservación, Energía, Turismo, Pesca, Puertos y Marina Mercante.



**Figura III.1. Área de aplicación del POEMRGMCM**

Al respecto y en relación directa con el Proyecto, el POEMRGMCM señala, en cuanto al sector turismo, que la región presenta una amplia diversidad en paisajes generando condiciones favorables para el país.

Además de que menciona que, en la Región Sur, que abarca los 3 estados que integran la Península de Yucatán existe una vocación para el turismo de alto impacto y para el ecoturismo, cuestión que se vincula directamente con la existencia y preservación de playas con alto valor paisajístico, lo que a su vez se relaciona directamente con los propósitos del proyecto.

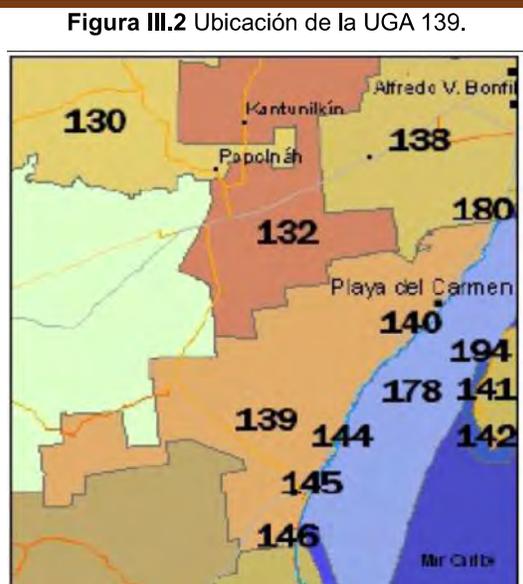
Por otra parte, es importante mencionar que el POEMRGMMC prevé una serie de acciones que se clasifican en generales y específicas para atender la problemática ambiental identificada en la región (incluyendo una agenda ambiental que explica los problemas que se perciben como urgentes), señalando a los tres niveles de gobierno como responsables de la instrumentación de dichas acciones. No obstante lo anterior, y aun cuando la instrumentación de las acciones para la implementación del POEMRGMMC corresponden mayormente a las autoridades, en un ánimo de cooperación y compromiso absoluto con la preservación y conservación del medio ambiente de la región en donde se ubica el proyecto, se realiza, el presente ejercicio de vinculación con el POEMRGMMC, a efecto de demostrar los efectos positivos del Proyecto y el exceso de cuidado puesto por la promovente para generar un proyecto sustentable y válido desde la perspectiva legal ambiental.

A efecto de llevar a cabo el ejercicio de vinculación referido es importante mencionar que, como estrategia base, el POEMRGMMC delimita un Área Sujeta a Ordenamiento Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (ASO) y, posteriormente, subdivide dicha ASO en unidades de gestión ambiental (anteriormente abreviamos como UGA), mismas que determinan individualmente acciones generales y específicas para el aprovechamiento sustentable de cada una de dichas unidades marinas.

De acuerdo con lo anterior y al análisis realizado al POMRGMMC, la UGA 139 es la que corresponde con el sitio donde se desarrollará el proyecto; misma que se denominada Solidaridad y cuya ubicación y tabla de especificaciones se inserta a continuación (Tabla III.2). Asimismo, su ubicación se representa en la Figura III.2.

**Tabla III.2 Sobre las especificaciones del POMRGMMC**

UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL 139	
Tipo UGA	Regional
Nombre	Solidaridad
Municipio	Solidaridad
Estado	Quintana Roo
Población	135,237 habitantes
Superficie	327,229.174 Ha
Subregión	Aplican criterios de zona costera inmediata Mar Caribe
Islas	
Puerto turístico	Presente
Puerto comercial	Presente
Puerto pesquero	
Nota	



El sitio donde se pretende llevar a cabo el proyecto "Residence Paradise" se encuentra dentro del ámbito de aplicación del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo (Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo a 25 de mayo de 2009).



Figura III.2. Plano POEL Solidaridad UGA 17, donde se ubica el Proyecto

De acuerdo con la sobreposición del sitio del proyecto sobre dicho programa de ordenamiento, se aprecia que el predio de interés se localiza dentro de la Unidad de Gestión Ambiental UGA-17 denominada "Corredor Turístico Punta Brava - Xcalacoco" con una política ambiental de Conservación, Vocación de suelo: Turística, Usos condicionados: Turístico, ecoturístico, suburbano, UMA's, deportivo, parque recreativo, comercial, equipamiento, reserva natural, marina; Usos incompatibles: Forestal, agropecuario, agroforestal, agroindustrial, urbano, industrial, minero. Tal como lo señala la tabla siguiente.

Tabla III.2. Lineamientos ambientales para el desarrollo del proyecto de acuerdo con la UGA-11 del POEL del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo.

<b>UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL</b>		<b>17</b>	
<b>NOMBRE</b>	<b>CORREDOR TURÍSTICO PUNTA BRAVA-XCALACOCO</b>		
<b>POLÍTICA AMBIENTAL</b>	<b>Conservación</b>		
<b>SUPERFICIE</b>	2,922.96 hectáreas	<b>PORCENTAJE MUNICIPAL</b>	1.47 %
<b>ESTRATEGIAS AMBIENTALES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se mantiene la cobertura del manglar y las áreas afectadas se restauran.</li> <li>• El 65 % de la vegetación natural remanente se mantiene y enriquece.</li> <li>• Solo se realiza el 35 % de cambio de uso del suelo de la superficie desarrollable.</li> <li>• Se realizar una disposición adecuada de aguas residuales y sus subproductos</li> <li>• Se reduce el consumo eléctrico convencional con el empleo de sistemas alternativos.</li> <li>• Las playas tortugueras se mantienen funcionales para la anidación</li> <li>• No se genera contaminación al manto freático ni al suelo.</li> <li>• Se promueve la certificación ambiental de los Hoteles.</li> <li>• Se registra en bitácora ambiental en cumplimiento de la normatividad de cada proyecto y el proceso de cambios de uso del suelo.</li> <li>• Los desarrolladores reducen, reutilizan, reciclan y compostean sus residuos.</li> </ul>		
<b>VOCACIÓN DE USO DEL SUELO</b>	Turística.		
<b>USOS CONDICIONADOS</b>	Turístico, ecoturístico, suburbano, UMA's, deportivo, parque recreativo, comercial, equipamiento, reserva natural, marina.		
<b>USOS INCOMPATIBLES</b>	Forestal, agropecuario, agroforestal, agroindustrial, urbano, industrial, minero.		
<b>USO</b>	<b>CRITERIOS ESPECÍFICOS</b>		
<b>Turístico</b>	06, 08, 09, 13, 14, 15, 19, 21, 27, 36, 38, 53, 54, 55, 56, 57, 59, 62, 64, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 75, 79, 80, 81, 83, 84, 85, 87, 89, 91, 92, 93, 95, 96, 97, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109.		

En las Tablas III.3 y III.4, se presenta la vinculación de los criterios de regulación ecológica generales aplicables a la totalidad del territorio ordenado fuera de los centros de población legalmente constituidos en el Municipio de Solidaridad, independientemente del uso del suelo que se pretenda dar a los predios particulares, así como, los criterios de regulación

ecológica de carácter específico los cuales están en función del tipo de uso del suelo que se le pretende dar a los predios particulares (Turístico).

**Tabla III.3 Criterios generales de ordenamiento para todas las UGA’s**

CRITERIO	CRITERIOS GENERALES: DESCRIPCIÓN Y VINCULACIÓN
<b>CG-01</b>	Las actividades, obras y proyectos que se pretendan desarrollar dentro del área municipal, deberán dar cabal cumplimiento a lo establecido en el marco normativo ambiental vigente, considerando de manera enunciativa pero no limitativa, Tratados Internacionales suscritos por México, Leyes Generales, Leyes Estatales, Normas Oficiales Mexicanas, Reglamentos Federales, Estatales y Municipales, Declaratorias y Decretos, Planes y Programas de Manejo aplicables en materia ambiental, urbana, manejo de residuos, protección de flora y fauna y emisión de contaminantes, uso y goce de la Zona Federal Marítimo Terrestre; por lo que no se describen como criterios las obligaciones, límites máximos permisibles o cualquier otro parámetro establecido por estos instrumentos de carácter obligatorio.
<b>Vinculación:</b> El proyecto se apega a este criterio, razón por la cual se solicita a la SEMARNAT la evaluación y dictamen de la presente Manifestación de Impacto Ambiental para el Proyecto.	
<b>CG-02</b>	Antes del inicio de cualquier obra o actividad se deberá ejecutar el rescate selectivo de vegetación en el área de aprovechamiento proyectada. La selección de las especies, el número de individuos por especie a rescatar y la densidad mínima de rescate, los métodos y técnicas aplicables, así como el monitoreo del programa, se determinarán y propondrán en un estudio técnico o programa que deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto, Las actividades de rescate de vegetación deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.
<b>Vinculación:</b> El proyecto cumple con este criterio ya que, como parte del presente documento, se incluye un Programa de Rescate de Flora Nativa.	
<b>CG-03</b>	Previo al inicio de cualquier obra o actividad de cada proyecto se deberán ejecutar medidas preventivas orientadas a la protección de los individuos de fauna silvestre presentes en el área de aprovechamiento proyectada. La selección de los métodos y técnicas a aplicar se determinará con base en un estudio técnico o programa que deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Las medidas deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.
<b>Vinculación:</b> El proyecto cumple con este criterio ya que, como parte del presente documento, se incluye un Programa para Ahuyentamiento de la Fauna Silvestre, y en su caso el Rescate y Reubicación de la misma.	
<b>CG-04</b>	Los proyectos de cualquier índole deberán incorporar a sus áreas verdes vegetación nativa propia del ecosistema en el cual se realice el proyecto. Únicamente se permite el empleo de flora exótica que no esté incluida en el listado de flora exótica invasiva de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). La selección de especies a incluir en las áreas verdes, así como el diseño de jardines deberá sustentarse en un programa de arborización y ajardinado que deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Se deberá emplear una proporción de 4 a 1 entre plantas de especies nativas y especies ornamentales, excluyendo los pastos.

CRITERIO	CRITERIOS GENERALES: DESCRIPCIÓN Y VINCULACIÓN
	<p><b>Vinculación:</b> El proyecto habrá de incluir en las acciones de jardinería únicamente especies nativas y aquellas cultivadas de amplia utilidad en la jardinería regional. Además, al término de la construcción del proyecto habrá de contar con una superficie total de 28,985.11 m<sup>2</sup> como zona de conservación y áreas verdes con vegetación nativa.</p>
<p><b>CG-05</b></p>	<p>Con la finalidad de evitar el fraccionamiento de los ecosistemas y el aislamiento de las poblaciones, se deberán agrupar las áreas de aprovechamiento y mantener la continuidad de las áreas con vegetación natural. Para lo cual, el promovente deberá presentar un estudio de zonificación ambiental que demuestre la mejor ubicación de la infraestructura planteada por el proyecto; utilizando preferentemente las áreas perturbadas por uso previos o con vegetación secundaria o acahual.</p>
	<p><b>Vinculación:</b> el proyecto se desplantará en 15,608.79 m<sup>2</sup> (35 %) favoreciendo amplios corredores que quedarán cubiertos de vegetación natural, alcanzando una superficie final de 28,895.11 m<sup>2</sup> (65 %) de zona de conservación. Asimismo, el proyecto no instalará barreras ni bardas perimetrales.</p>
<p><b>CG-06</b></p>	<p>En el desarrollo de los proyectos se debe realizar el aprovechamiento integral de los recursos naturales existentes en el predio, por lo que será obligatorio realizar la recuperación de tierra vegetal en las superficies que se desmonten, así como el triturado y composteo de la madera resultante del desmonte que se autorice, Los materiales obtenidos no podrán ser comercializados -salvo autorización expresa de la autoridad correspondiente-, sino aprovechados en el mejoramiento de áreas verdes, de equipamiento o de donación.</p>
	<p><b>Vinculación:</b> El proyecto cumple con este criterio, ya que se ha manifestado en los apartados correspondientes el interés de recuperar el suelo vegetal, mismo que será utilizado para el embolsado de las plantas en vivero y el resto será almacenado para su posterior distribución en las áreas ajardinadas de mismo. Además de que se habrá de triturar los restos vegetales productos del desmonte para la posterior obtención de composta. Además, se implementarán los Programas de rescate de flora y fauna silvestre.</p>
<p><b>CG-07</b></p>	<p>Los proyectos que generen aguas residuales (grises, negras, azules o jabonosas) deberán disponerlas a través de un sistema de tratamiento de aguas residuales propio que cumpla con la normatividad vigente aplicable. La descripción del sistema de tratamiento deberá incorporarse en el estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Sólo se permitirá la reutilización de las aguas residuales tratadas cuando éstas cumplan con la normatividad ambiental vigente.</p>
	<p><b>Vinculación:</b> Durante la etapa de preparación del sitio y construcción, se habrán de generar aguas residuales (grises, negras, azules o jabonosas), mismas que serán retenidas en sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 15 trabajadores. En este caso, cada sanitario tiene una capacidad de almacenamiento de 250 lts, por lo que los mismos deben ser aseados por lo menos 3 veces por semana y los efluentes serán enviados a una planta de tratamiento. En este caso, los servicios de mantenimiento se habrán de contratar con alguna de las empresas que operan en la ciudad de Playa del Carmen, misma que deberá garantizar la adecuada disposición de este tipo de residuos. Por otra parte, solamente se habrán de utilizar productos biodegradables.</p>
<p><b>CG-08</b></p>	<p>En cualquier obra deberá estar separada la canalización del drenaje pluvial del drenaje sanitario.</p>
	<p><b>Vinculación:</b> En relación al proyecto en su conjunto, se cumple con este criterio ya que en el caso de que se ofrezca algún tipo de servicio sanitario el drenaje estará conectado a la planta de tratamiento del desarrollo. El drenaje pluvial se enviará las áreas naturales que habrán de rodear este tipo de instalaciones.</p>

CRITERIO	CRITERIOS GENERALES: DESCRIPCIÓN Y VINCULACIÓN
CG-09	<p>La canalización del drenaje pluvial hacia el mar o cuerpos de agua superficiales o pozos de absorción, podrá realizarse previa filtración de sus aguas con sistemas de decantación, trampas de grasas y sólidos u otros que garanticen la retención de sedimentos contaminantes y deberán ser aprobadas por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).</p> <p><b>Vinculación:</b> En relación al proyecto se habrán de enviar las mismas hacia las áreas naturales aledañas. Adicionalmente, se debe referir que la CONAGUA no expide ningún tipo de factibilidad o autorización para la realizar canalizaciones ni aún para la apertura de pozos de absorción.</p>
CG-10	<p>Los materiales calizos y los recursos naturales que se utilicen durante la construcción de un proyecto deberán provenir de fuentes o bancos de material autorizados.</p> <p><b>Vinculación:</b> En relación al proyecto en su conjunto, la empresa promovente se compromete a dar cumplimiento a este criterio a través del contrato de compra de materiales calizos con alguna de las empresas legalmente autorizadas.</p>
CG-11	<p>En el manejo de áreas verdes, campos, canchas, pistas, viveros, plantaciones o sembradíos y para el control de pestes y plagas, solo se permite el uso de sustancias autorizadas por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST).</p> <p><b>Vinculación:</b> Se cumplirá con este criterio ya que durante el tiempo que dure la etapa de preparación del sitio, en el caso de que existiera alguna plaga solamente se utilizaran agroquímicos autorizadas por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST). Además de que estas acciones se realizaran en coordinación con las autoridades competentes.</p>
CG-12	<p>Los proyectos que se realicen fuera de los centros de población, en predios mayores a 5 hectáreas, deberán llevar a cabo un monitoreo del desempeño ambiental del proyecto, el cual deberá sustentarse en un estudio técnico o programa en el que se establezcan los indicadores de calidad ambiental que permitan identificar la eficacia de las medidas sobre los principales componentes de la biota, así como los métodos, técnicas que permitan medir tales indicadores y los tiempos y mecanismos para la interpretación de los resultados, Este estudio deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. El promovente deberá entregar copia de los reportes a la SEDUMA para su inclusión en la Bitácora Ambiental.</p> <p><b>Vinculación:</b> El proyecto se apegará a este criterio, razón por la cual como parte de las autorizaciones en materia de impacto ambiental se presentará ante la Secretaría de Ecología y Medio Ambiente del gobierno del estado de Quintana Roo el Programa de Desempeño Ambiental relativo a la fase de operación del proyecto que es cuando se llevarán a cabo las acciones de monitoreo de las áreas de conservación que destinará el proyecto.</p>
CG-13	<p>Los residuos derivados de las obras no se dispondrán sobre la vegetación remanente dentro del predio, ni sobre la vegetación circundante, debiéndose trasladar al sitio de disposición final de residuos de manejo especial que establezca el municipio o el estado.</p> <p><b>Vinculación:</b> El proyecto cumplirá con este criterio a través de la aplicación del Programa Integral de Manejo de Residuos que contempla en su conjunto el desarrollo del proyecto. Por ello se establecerán módulos donde se llevará a cabo el almacenamiento temporal de desechos, los cuales serán separados para su composteo y reciclamiento.</p>

CRITERIO	CRITERIOS GENERALES: DESCRIPCIÓN Y VINCULACIÓN
CG-14	Está prohibida la introducción de especies de flora o fauna exótica o invasoras incluidas en los listados de la CONABIO en áreas naturales, cavernas y cuerpos de agua superficiales o subterráneos. La introducción y manejo de especies exóticas sólo se permite en áreas modificadas previa autorización de la SEMARNAT o la SAGARPA. Se excluye de esta restricción las especies de plantas ornamentales tropicales izadas de uso común en la zona Norte de Quintana Roo que se destinen a la conformación de áreas verdes o jardines.
<b>Vinculación:</b> El proyecto no pretende la introducción de ninguna especie de flora o fauna considerada como exótica. Por el contrario, se impulsará el aprovechamiento de la flora nativa, en especial de aquella que sea rescatada de los sitios destinados a la construcción de los elementos del proyecto. Además, se contará con una superficie total de 28,985.11 m <sup>2</sup> (65 %) como zona de áreas verdes y de conservación y donde habrá de prevalecer la selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbórea y arbustiva.	
CG-15	Los promoventes que pretendan llevar a cabo obras o actividades en zonas que se constituyan como sitios de anidación o reproducción de una o más especies de fauna incluida en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, deberán implementar acciones que aseguren la disponibilidad de sitios de anidación y reproducción de tales especies. Estas acciones deberán estar sustentadas en un plan de manejo de acuerdo con la ley General de Vida Silvestre que deberá acompañar al manifiesto de impacto ambiental o al informe preventivo aplicable al proyecto. Las acciones deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.
<b>Vinculación:</b> El área donde se pretende el establecimiento del proyecto de estudio no se observa la presencia de algunas especies de fauna consideradas en la Norma Oficial ya que no se considera como sitio de anidación o reproducción de alguna especie como tal considerada en dicha Norma Oficial referida, ya que el predio se encuentra lejano a la costa.	
CG-16	Los Campamentos para trabajadores de la construcción deberán ser dignos para la vida humana, contar con servicios sanitarios, agua potable, un reglamento para el manejo de residuos sanitarios, así como una estrategia de protección civil para atender las alertas por fenómenos hidrometeorológicos. La proporción de servidos sanitarios de al menos 1 por cada 25 trabajadores.
<b>Vinculación:</b> El proyecto se apegará a este criterio, por lo que en caso de que se requerirá de un campamento temporal, este será acondicionado con los todos los servicios necesarios incluyendo la proporción adecuada y referida de servicios sanitarios.	
CG-17	El uso del fuego estará condicionado a lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-015-SEMARNAT/SAGAR-2007.
<b>Vinculación:</b> El proyecto no contempla el uso del fuego en ninguna de las actividades relacionadas con el proceso de cambio de uso del suelo y la posterior construcción de los elementos del proyecto.	
CG-18	Los proyectos que se realicen fuera de los centros de población, en predios mayores a 5 hectáreas, durante las etapas de preparación del sitio y construcción, deberán presentar de manera semestral a la SEDUMA para su inclusión en la Bitácora Ambiental, un plano georreferenciado (UTM, Datum W35-84, Zona 16Q) de las áreas aprovechadas dentro del predio, en donde se especifiquen los tipos de vegetación afectados y su superficie.
<b>Vinculación:</b> El proyecto cumplirá con este criterio, por lo que se remitirá copia de los avances en el aprovechamiento de los recursos del inmueble del proyecto de manera semestral a la SEDUMA para su inclusión en la Bitácora Ambiental.	

CRITERIO	CRITERIOS GENERALES: DESCRIPCIÓN Y VINCULACIÓN
CG-19	Para la apertura de caminos de acceso y actividades de cualquier tipo fuera de los centros de población se requiere contar con la autorización en materia de impacto ambiental, así como de la autorización de cambio de uso del suelo que por excepción emite la autoridad federal correspondiente.
<b>Vinculación:</b> En cumplimiento a este criterio la empresa promovente presenta ante la SEMARNAT la presente MIA modalidad Particular para el trámite del presente proyecto.	
CG-20	El establecimiento de viviendas o unidades de hospedaje de cualquier tipo, deberá ubicarse a una distancia mayor a 1,000 m medidos a partir del pozo de extracción de agua potable de la red pública para abasto urbano más cercano.
<b>Vinculación:</b> No aplica. En la zona donde se ubicará el proyecto no existe pozos de extracción de agua potable de la red pública para abasto.	
CG-21	En el desarrollo u operación de cualquier tipo de proyecto se debe evitar el derrame al suelo o cuerpos de agua de combustibles, lubricantes, grasas, aceites, pinturas u otras sustancias potencialmente contaminantes. De igual manera, se deberá evitar la disposición inadecuada de materiales impregnados con estas sustancias o de sus recipientes. En este sentido el promovente deberá manifestar el tipo de sustancias potencialmente contaminantes que empleará en las distintas etapas del proyecto, así como las medidas de prevención, mitigación y, en su caso, corrección, que aplicará en cada etapa. Para el almacenamiento de este tipo de sustancias a sus residuos se deberá contar con un almacén que cumpla con las especificaciones establecidas en la normatividad aplicable y se deberá llevar el registro de su manejo en la bitácora del almacén.
<b>Vinculación:</b> Durante ninguna de las etapas del proyecto, así como de construcción del proyecto se almacenará combustibles, grasa y/o lubricantes. En su caso, se contará con un almacén que cumpla con las especificaciones establecidas en la normatividad aplicable como es la colocación de pisos pulidos de concreto, señalamientos, etc.	
CG-22	El uso de explosivos, estará regulado por los lineamientos de la Secretaría de Defensa Nacional y la normatividad aplicable. Previamente a la utilización de explosivos deberá entregarse a la autoridad competente en materia de protección civil, el cronograma de detonaciones y el programa de protección civil correspondiente que deberá estar disponible al público en general.
<b>Vinculación:</b> El proyecto no pretende el uso de explosivos, en ninguna etapa del mismo.	
CG-23	Todos los proyectos que en cualquiera de sus etapas de desarrollo generen residuos peligrosos deberán contar con un almacén de residuos peligrosos y disponerlos a través de una empresa autorizada en el manejo de los mismos, conforme a la legislación y normatividad ambiental aplicable en la materia.
<b>Vinculación:</b> El proyecto no tiene estimada la generación de residuos peligrosos, en ninguna de sus diferentes etapas. Sin embargo, se pudieran generar accidentes relacionados con desperfectos en el funcionamiento de maquinaria y equipos. Por lo que fugas inesperadas de combustible, filtros de acetite, grasas, etc. Por lo que su caso, se contará con módulos de almacenamiento temporal, en sitios bajo cubierta, con depósitos que cuenten con tapa, rotulación de contenido etc. Además de que serán manejados de acuerdo a sus respectivos programas y dispuestos en donde la autoridad competente lo indique y por medio de alguna empresa debidamente autorizada para ello.	
CG-24	Para los fines de aplicación de este instrumento, en particular para la definición de competencias para la evaluación en materia de impacto ambiental, la zona costera o

CRITERIO	CRITERIOS GENERALES: DESCRIPCIÓN Y VINCULACIÓN
	<p>ecosistema costero del Municipio de Playa del Carmen fuera de los centros de población está delimitada entre la zona federal marítimo terrestre y la carretera federal 307. El territorio localizado al poniente de la carretera federal 307 se considera zona continental.</p>
	<p><b>Vinculación:</b> El proyecto se ubica en el territorio localizado al poniente de la carretera federal (zona continental), por lo que de acuerdo a la legislación federal se presenta la solicitud para el trámite del proyecto.</p>
<p><b>CG-25</b></p>	<p>La superficie que se permite ocupar en un predio será el área de aprovechamiento máxima permitida para el desplante de las obras provisionales o definitivas proyectadas, incluyendo obras de urbanización (red de abasto de agua potable, red de alcantarillado sanitario, planta de tratamiento de aguas residuales o fosas sépticas, red de electrificación y alumbrado, obras viales interiores, estacionamientos y las que se requieran para la incorporación del proyecto a la red vial), las obras o edificaciones de que conste el proyecto, así como los jardines, áreas públicas, albercas y áreas verdes. La superficie restante deberá mantenerse en condiciones naturales siendo responsabilidad del propietario su preservación y protección.</p> <p>No se contabilizan los senderos, brechas o andadores peatonales al interior de las áreas naturales que se conserven dentro del predio y que sirvan para intercomunicar las diferentes áreas de instalaciones o servicios dentro del proyecto. Las áreas previamente desmontadas o sin vegetación dentro del predio podrán formar parte del área de aprovechamiento permitida y deben considerarse en primer lugar para el desplante de las obras que se proyecten.</p> <p>Cuando por motivo del diseño y funcionalidad de un proyecto no resulte conveniente el uso de las áreas previamente desmontadas, podrá solicitarse el aprovechamiento de otras áreas siempre que el promovente se obligue a reforestar las áreas afectadas que no utilizará, situación que deberá realizar de manera previa a la etapa de operación del proyecto. Cuando el área afectada dentro del predio sea mayor al área de aprovechamiento máximo permitida en el mismo, el propietario deberá implementar medidas tendientes a la restauración ambiental de la superficie excedente de manera previa a la conclusión de la etapa de construcción. Dichas medidas deberán sustentarse en un estudio técnico o programa de restauración que deberá acompañar al manifiesto de impacto ambiental o al informe preventivo aplicable al proyecto. Las actividades de restauración ambiental deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.</p>
	<p><b>Vinculación:</b> Dentro del predio interés se alcanza una superficie de aprovechamiento de 15,608.79 m<sup>2</sup>, por lo que de acuerdo al criterio CE-27 refiere para la UGA 17 una superficie máxima de aprovechamiento del 35%. En este caso, se debe referir que el proyecto ha optado por el aprovechamiento de una superficie de 15,608.79 m<sup>2</sup>, lo que significa una superficie de aprovechamiento que equivale a un 35% de la superficie permitida por el instrumento de planeación vigente; lo que garantiza el mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas presentes. Asimismo, se debe hacer mención que se tendrá una superficie de conservación de 28,985.11 m<sup>2</sup> (el 65 % de la totalidad del predio) que se habrá de mantener en condiciones naturales, por lo que se cumple con los porcentajes de desmonte.</p>
<p><b>CG-26</b></p>	<p>Para el aprovechamiento de predios, cuerpos de agua o cavernas en los que se detecten vestigios arqueológicos, deberá obtenerse de manera previa al Inicio de obras la autorización del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH). Si el hallazgo</p>

CRITERIO	CRITERIOS GENERALES: DESCRIPCIÓN Y VINCULACIÓN
	arqueológico se realiza durante el desarrollo del proyecto se deberá informar de manera inmediata al INAH.
	<b>Vinculación:</b> En el predio del proyecto de acuerdo a los caminamientos realizados no se ha observado cuerpos de agua o cavernas en los que se detecten vestigios arqueológicos. Asimismo, el proyecto no contempla el aprovechamiento de cuerpos de agua naturales o cavernas. Sin embargo y de encontrarse durante las actividades a realizar, la promovente se apegará a dicho criterio notificando de manera inmediata al INAH, tal y como refiere el criterio.
<b>CG-27</b>	Las obras de infraestructura o equipamiento regional de interés público sólo se permiten con la aprobación del H. Cabildo de Solidaridad y/u otras autoridades competentes, previa autorización en materia de impacto ambiental y de cambio de uso del suelo de terrenos forestales.
	<b>Vinculación:</b> No aplica. El proyecto no refiere obras de infraestructura o equipamiento regional de interés público.
<b>CG-28</b>	Para el aprovechamiento y uso de las especies vegetales o animales silvestres o nativas, parte de ellas o subproductos de los mismos, así como de los recursos forestales, se requiere que estos productos provengan de UMA's o Productores Forestales autorizados y den cumplimiento a lo establecido en la normatividad aplicable.
	<b>Vinculación:</b> El proyecto no contempla la compra o adquisición de especies vegetales o animales silvestres o nativas, parte de ellas o subproductos de los mismos, así como del aprovechamiento de los recursos forestales. Se utilizarán los productos del rescate de flora nativa.
<b>CG-29</b>	Con la finalidad de garantizar la estabilidad de las edificaciones, así como evitar el desplome o alumbramiento innecesario del acuífero o la afectación de estructuras y sistemas cársticos, los promoventes deberán realizar de manera previa al inicio de obras un estudio de mecánica de suelos avalado por un laboratorio acreditado ante la Entidad Mexicana de Acreditación.
	<b>Vinculación:</b> Para el proyecto en su conjunto, la promovente habrá de realizar todos los estudios que se solicitan y que sean pertinentes que garanticen a estabilidad de la obra por construir.
<b>CG-30</b>	Los promoventes deberán implementar un programa de información y capacitación ambiental para los trabajadores que viven en los campamentos de construcción, que los ilustre sobre las especies de flora y fauna que cuentan con protección especial, para evitar su depredación.
	<b>Vinculación:</b> El proyecto cumple con este criterio ya dentro de las actividades contempladas en el programa general de trabajo, se ha considerado que antes de iniciar los trabajos correspondientes a la etapa de preparación del sitio y durante todo el desarrollo de las distintas fases de la obra se impartirá a los trabajadores capacitación en el área de educación ambiental.
<b>CG-31</b>	En caso que se autorice la ejecución de obras o construcciones sobre cavernas, secas o inundadas, deberá realizarse un Programa de monitoreo de la misma, el cual deberá acompañar al manifiesto de impacto ambiental, para su aprobación y, en su caso, implementación.
	<b>Vinculación:</b> No aplica, el proyecto no pretende llevar a cabo ninguna actividad en cavernas secas ni que cuente con algún cuerpo de agua.
<b>CG-32</b>	En predios en los que existan manglares deberá cumplirse lo establecido en la Ley General de Vida Silvestre y las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.
	<b>Vinculación:</b> En el predio existe una superficie con presencia de vegetación de Manglar misma que se denomina como Unidad de Bien común (10,053.92 m <sup>2</sup> ), la cual se mantendrá en condiciones

CRITERIO	CRITERIOS GENERALES: DESCRIPCIÓN Y VINCULACIÓN
	naturales, incluso dicha superficie cuenta con un área de amortiguamiento en la que se mantendrá vegetación para que la misma finja como una barda perimetral natural.
<b>CG-33</b>	Para la práctica de actividades autorizadas al interior de cavernas o cenotes, únicamente se permite el uso de luz amarilla o roja, la cual solamente se encenderá durante la estancia de los usuarios.
	<b>Vinculación:</b> No aplica al proyecto no pretende llevar a cabo ninguna actividad en cavernas ni cuerpos de agua, porque no existen estas estructuras en el predio.
<b>CG-34</b>	Se prohíbe la disposición de aguas residuales, con o sin tratamiento, en cenotes, cuevas inundadas o cuevas secas.
	<b>Vinculación:</b> Durante la etapa de construcción, se instalarán sanitarios portátiles tipo Sanirent a razón de 1 por cada 15 trabajadores y su mantenimiento estará a cargo de alguna de las empresas que operan en la localidad. En la operación el desarrollo cuenta con una planta de tratamiento autorizada por la SEMARNAT.
<b>CG-35</b>	En los términos que establece la Ley para la Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo, los promoventes deberán aplicar el Plan de Manejo de Residuos correspondiente durante las distintas etapas de desarrollo y operación de las obras o actividades que se le autoricen.
	<b>Vinculación:</b> Los residuos sólidos derivados durante la etapa de construcción del proyecto y operación que serán dispuestos en contenedores de acuerdo al programa de manejo integral de residuos, por lo que tendrán el adecuado destino final. Se anexa copia de dicho programa.
<b>CG-36</b>	En el caso de fraccionamientos que se desarrollen fuera de los centros urbanos, el área de aprovechamiento máxima del predio o lote será la que establece la Ley de Fraccionamientos del Estado de Quintana Roo. La superficie remanente deberá mantenerse en condiciones naturales.
	<b>Vinculación:</b> No aplica. El proyecto que se pretende establecer no es un fraccionamiento,

**Tabla III.4. Criterios específicos aplicables al uso Deportivo para la UGA 17 del POEL del municipio de Solidaridad.**

CRITERIO	CRITERIOS ESPECÍFICOS.	VINCULACION
CE-06	Se deberá reutilizar el agua tratada para el riego de áreas verdes, jardines, campos deportivos o áreas con vegetación natural, así como para su uso en servicios sanitarios y otros compatibles. En todo momento la calidad del agua tratada deberá cumplir los estándares indicados en la Norma Oficial Mexicana aplicable.	Se dará cumplimiento al utilizar el agua tratada para el riego de áreas verdes y jardines.
CE-08	Las actividades recreativas que se promuevan en cuerpos de agua continentales (cenotes, cuevas inundadas o secas, cavernas o rejolladas), deberán sustentarse en un estudio de capacidad de carga que determine la intensidad de	En el predio existe un área de humedal mismo que se mantiene húmedo en temporada de lluvias, sin embargo, dicha superficie denominada como: Unidad de Bien común (10,053.92 m <sup>2</sup> ), la cual se mantendrá en conservación y sus condiciones naturales.

CRITERIO	CRITERIOS ESPECÍFICOS.	VINCULACION
	aprovechamiento sustentable y el límite de cambio aceptable en el sitio. Este estudio se debe presentar junto con el estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto o actividad.	
CE-09	En el aprovechamiento de los cuerpos de agua continentales (cenotes, cuevas inundadas o lagunas) y otras formaciones cársticas (cuevas secas, rejolladas o chuntunes) sólo se permite el establecimiento de estructuras ligeras y de tipo temporal fuera del cuerpo de agua o estructura cárstica y de la franja de protección.	En el predio de interés no se observan la presencia de cuerpos de agua continentales (cenotes, cuevas inundadas y secas, cavernas y reholladas) por lo que no se requiere del establecimiento de estructuras acceso a los mismos.
CE-13	La densidad aplicable a un predio se determina multiplicando la superficie total del predio (convertida en hectáreas) acreditada legalmente, por el número de cuartos, cabañas o viviendas permitidos en este ordenamiento para el uso del suelo específico. En los proyectos mixtos la densidad aplicable al predio se estima por el uso predominante del proyecto.	Se cumplen con la densidad permitida de acuerdo con el criterio CE-27, para el predio del proyecto.
CE-14	La densidad no es acumulable por usos del suelo. Si un predio está dividido en dos o más UGA, a cada porción se le aplicará la densidad que corresponde para cada UGA. En el caso de que se obtenga una fracción, se realizará el redondeo usando sólo dos cifras significativas como sigue: hasta 0.50 se reduce al entero inferior; desde 0.51 en adelante se incrementa al entero superior.	El pedio del proyecto se ubica únicamente dentro de una sola UGA 17.
CE-15	Se consideran como equivalentes: 1 cuarto hotelero = 0.5 cuartos clínica, hospital, asilo u orfanato. 1 cuarto hotelero = 1.0 vivienda residencial de 2 recámaras. 1 cuarto hotelero = 1.0 cuarto de condohotel, motel, estudio, departamento o llave hotelera. 1 cuarto hotelero = 2.0 campers, cabañas ecoturísticas. 1 vivienda de 4 recámaras = 2 cuartos de hotel.	Se acatará lo señalado de acuerdo con lo señalado en el criterio CE-27.

CRITERIO	CRITERIOS ESPECÍFICOS.	VINCULACION
	<p>Por cada 2 recámaras adicionales = 1 cuarto hotelero.</p> <p>Estas equivalencias son estimadas a partir del consumo de agua determinado por CONAGUA (Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Datos básicos. 2007), teniendo como referencia un cuarto hotelero (4 a 5 estrellas) sencillo para dos ocupantes cuyo consumo estimado es de 1,500 L/día.</p>	
CE-19	<p>La densidad para desarrollos turísticos hoteleros es de hasta 10 cuartos por hectárea.</p>	<p>Si bien el proyecto no es para un desarrollo turístico; se cumple con la densidad aplicable al predio del proyecto.</p>
CE-21	<p>La densidad en fraccionamientos mixtos hotelero-habitacional, se determinará a partir del número de cuartos que resulte de multiplicar la superficie total del predio por la densidad asignada. La conversión de cuartos hoteleros a viviendas se determinará de conformidad con las equivalencias indicadas en el criterio CE-15.</p>	<p>Ya que el proyecto pretende implementar un fraccionamiento para el cual requiere 26 lotes habitacionales y de acuerdo a la conversión señalada en el CE-15 (1 Vivienda de dos recamaras equivale a 1 cuartos hoteleros) y ya que la densidad señalada puede permitir hasta 44.5 cuartos hoteleros, se cumple con la densidad ya que únicamente se ocupan 26 lotes habitacionales.</p>
CE-27	<p>La superficie máxima de aprovechamiento no podrá exceder del 35 % del predio en donde se realizará el desplante de las edificaciones, obra exterior, circulaciones, áreas verdes y cualquier otra obra o servicio relativo al uso permitido. La superficie restante deberá mantenerse en condiciones naturales.</p>	<p>Se cumple con el porcentaje de aprovechamiento ya que se pretende el CUSTF en una superficie de 15,608.79 m2 que equivale al 35 % del total del predio.</p>
CE-36	<p>Se permite la modificación de hasta el 25 % de la superficie del sustrato rocoso de la franja litoral dentro de los predios, para usos recreativos y amenidades (asoleaderos, palapas, albercas marinas). La superficie que se modifique formará parte del área de aprovechamiento del predio.</p>	<p>No aplica el predio no se encuentra en el frente de costa.</p>
CE-38	<p>El suministro parcial de energía eléctrica se deberá llevar a cabo de manera alternativa (Hidrógeno, gas natural, biogás, solares, eólicos, mareomotrices o de otro tipo no contaminante) al menos en un porcentaje igual al 10 % del consumo proyectado el desarrollo.</p>	<p>Se acatará lo señalado en el presente criterio.</p>

CRITERIO	CRITERIOS ESPECÍFICOS.	VINCULACION
CE-53	Es obligatoria la instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales con capacidad suficiente para el manejo de las aguas residuales del proyecto a máxima capacidad de ocupación. El proceso de tratamiento y disposición final del efluente y subproductos deberá cumplir con lo establecido en la normatividad aplicable.	Como parte de la infraestructura del proyecto se pretende la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales de tipo terciario. Por lo que al término de la etapa de construcción los elementos de todas las instalaciones estarán conectados a la misma, ya que actualmente la misma se encuentra en fase de funcionamiento.
CE-54	El manejo y disposición final de los lodos y otros residuos generados en el tratamiento de las aguas residuales es responsabilidad del propietario del sistema de tratamiento que los genere, quien deberá presentar un reporte semestral ante la autoridad correspondiente, turnando una copia a la SEDUMA para la inclusión de los resultados en la Bitácora Ambiental, que indique el volumen de agua tratado, tipo y características de los lodos y otros residuos generados, tratamiento aplicado a los lodos, resultados del análisis CRETIB y sitio o forma de disposición final.	Los lodos de la planta de tratamiento propiedad de la promovente que dará servicio a este proyecto, se conducen a un lecho de secado, se estabilizan y se compostean; se lleva una bitácora de proceso y se presentan los reportes ante la Secretaría de Ecología y Medio Ambiente del gobierno del estado de Quintana Roo.
CE-55	El desarrollo contará permanentemente con un programa de atención a contingencias derivadas de derrames o vertimientos accidentales al medio terrestre o acuático de sustancias contaminantes, residuos líquidos (aguas negras, tratadas o de rechazo) o peligrosos.	No aplica el predio no se encuentra a la orilla de la costa ni pretende actividades acuáticas.
CE-56	En el diseño, construcción y operación del desarrollo se aplicarán medidas que prevengan las descargas de agua y el arrastre de sedimentos diferentes a los naturales, hacia zonas inundables y áreas costeras adyacentes.	No aplica el predio no se encuentra a la orilla de la costa ni pretende actividades acuáticas.
CE-57	En cenotes y lagunas interiores o continentales, sólo se permite el empleo de embarcaciones sin motor.	No aplica el predio no se encuentra a la orilla de la costa ni pretende actividades acuáticas.
CE-59	Cuando se utilicen los cuerpos de agua continentales, superficiales o subterráneos en actividades recreativas, los promoventes deberán llevar a cabo el monitoreo del agua para determinar la calidad de la misma, conforme a los criterios ecológicos de calidad del agua CE-CCA-001/89 (INE),	No aplica el predio no se encuentra a la orilla de la costa ni pretende actividades acuáticas.

CRITERIO	CRITERIOS ESPECÍFICOS.	VINCULACION
	<p>debiendo presentar reportes semestrales del análisis del agua a la autoridad competente y copia a la SEDUMA para su inclusión en la Bitácora Ambiental.</p> <p>Los análisis de calidad del agua deberán ser elaborados por un laboratorio acreditado ante la Entidad Mexicana de Acreditación. El promovente deberá presentar el programa de monitoreo del agua junto con el estudio de impacto ambiental respectivo.</p>	
CE-62	<p>Los manglares podrán ser utilizados para el tratamiento terciario de aguas residuales tratadas, en concordancia con la normatividad aplicable. Para tal efecto, deberá realizarse un estudio detallado que demuestre técnicamente que no será rebasada la capacidad de carga del humedal para el metabolismo de nutrientes y que justifique la no afectación de su estructura y funciones ambientales básicas. El estudio que demuestre la viabilidad ambiental del humedal, deberá contener; a) un estudio de línea base, b) el estudio de capacidad de carga, c) el programa de manejo de las áreas de vertido e influencia de las aguas residuales tratadas, d) un programa de monitoreo con indicadores ambientales para el ecosistema y e) la planimetría georreferenciada de las áreas de manglar planteadas para el vertido de las aguas residuales tratadas.</p>	<p>Se acatará lo señalado en el presente criterio, en caso de ser necesario.</p>
CE-64	<p>Los materiales producto del dragado de mantenimiento de canales interiores serán dispuestos en sitios acondicionados previamente para contenerlos y filtrar el agua.</p>	<p>No aplica, en ningún momento se pretende llevar a cabo dragados en el predio.</p>
CE-68	<p>En el desarrollo de actividades con vehículos a través o dentro de los ecosistemas presentes en el municipio, éstos deberán contar con silenciador con la finalidad de evitar molestar o afectar a las especies de fauna, por lo que el nivel máximo permisible de emisión de ruido por las fuentes móviles será de 68 db. La medición de este parámetro debe ser realizada en el sitio</p>	<p>El proyecto se compromete a que todas las actividades de transporte se realicen mediante vehículos no motorizados sean estos eléctricos o propulsados por energías alternativas.</p>

CRITERIO	CRITERIOS ESPECÍFICOS.	VINCULACION
	<p>donde se desarrolla la actividad por una unidad de verificación registrada ante la Entidad Mexicana de Acreditación, de acuerdo con las técnicas y métodos establecidos en la normatividad aplicable. Los prestadores de servicio deberán presentar reportes anuales de dichas mediciones a la Dirección de Ordenamiento Ambiental y Urbano del municipio, así como a la SEDUMA para su valoración e inclusión en la Bitácora Ambiental.</p>	
CE-69	<p>Para el desarrollo de las actividades permitidas sólo se podrán emplear motocicletas, triciclos y cuatrimotos con motor de cuatro tiempos, con la finalidad de reducir las emisiones de contaminantes.</p>	<p>Se acatará lo señalado en el presente criterio.</p>
CE-70	<p>Las plantas de premezclado, dosificadoras o similares deberán contar con un programa de cumplimiento ambiental para la regulación de emisiones a la atmósfera, ruido y generación de residuos peligrosos, que dé cumplimiento a la normatividad vigente. Este programa se deberá presentar junto con la manifestación de impacto ambiental de la planta.</p>	<p>No aplica, no se pretende ocupar plantas de premezclado, dosificadoras o similares</p>
CE-71	<p>Se deberá instalar una malla o barrera perimetral para reducir la dispersión de polvos hacia el exterior de las áreas de trabajo.</p>	<p>Se acatará lo señalado en el presente criterio.</p>
CE-72	<p>Los silos de las maquinarias que almacenan los materiales pétreos o agregados, deberán estar equipados con filtros bolsas que retengan las partículas sólidas durante el proceso de carga, permitiendo la salida del aire libre de partículas de mezcla. El dosificador múltiple deberá contar con un colector filtro bolsa, el cual captará las partículas emitidas durante la descarga de los materiales pétreos, el cemento, el agua y los aditivos a los camiones de mezclado (ollas). Las bandas de abastecimiento deberán tener una tolva que minimice la emisión de partículas suspendidas.</p>	<p>No aplica, no se ocupará dichas maquinarias para el proyecto.</p>

CRITERIO	CRITERIOS ESPECÍFICOS.	VINCULACION
CE-73	En las áreas de carga y mezclado de materiales pétreos deberán instalarse cortinas o barreras, con la finalidad de minimizar la dispersión de partículas sólidas volátiles a la atmósfera y mantenerlas dentro de los niveles máximos permisibles establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-043-SEMARNAT-1993.	No aplica, no se ocupará dichas maquinarias para el proyecto.
CE-75	Durante el transporte de materiales pétreos éstos deberán humedecerse y cubrirse con una lona antidispersante, la que debe sujetarse adecuadamente y encontrarse en buen estado con objeto de minimizar la dispersión de partículas de polvo.	En el transporte de los materiales pétreos que requiere el proyecto se contará con lonas o se moverán en fase húmeda.
CE-79	Los proyectos que pretendan realizarse en predios que colinden con playas aptas para la anidación de tortugas marinas deberán incorporar medidas preventivas que minimicen el impacto negativo a estos animales tanto durante la temporada de arribo y anidación de las hembras como durante el período de desarrollo de los huevos y eclosión de las crías. Dichas medidas deberán manifestarse en el estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto, para su valoración y en su caso, validación y autorización por la Dirección de Vida Silvestre de la SEMARNAT.	No aplica, el predio se encuentra a 400 metros de la línea de la costa.
CE-80	Previo al aclareo que se permite en la franja perimetral de protección de los cenotes y accesos a cuevas se deberá realizar el rescate de los árboles con diámetros menores o iguales a 10 cm de diámetro a la altura de 1.30 m, mismos que se estabilizarán en un vivero provisional y posteriormente se reintroducirán dentro de la franja de protección.	En el predio de interés no se ha detectado la presencia de cenotes y/o cuevas. Sin embargo, se aplicará un programa de rescate de flora en el área sujeta a aprovechamiento.
CE-81	Las cercas, bardas o muros perimetrales que se instalen en los diferentes tipos de vegetación, unidades naturales y ecosistemas deberán permitir el libre paso de la fauna silvestre.	El proyecto no contempla el uso de bardas o muros perimetrales y de así considerarlo en el futuro la empresa promovente se apegará a este criterio para permitir el libre paso de la fauna silvestre.
CE-83	Las vialidades interiores y de acceso al desarrollo deberán contar con elementos y sistemas de protección que faciliten el libre	Se acatará lo señalado en el presente criterio.

CRITERIO	CRITERIOS ESPECÍFICOS.	VINCULACION
	tránsito de la fauna silvestre entre las zonas de conservación y áreas naturales.	
CE-84	En caso de ser necesario se establecerán sitios de albergue temporal de fauna rescatada durante las etapas de preparación del terreno, construcción y operación, con apego a lo indicado en la Ley General de Vida Silvestre.	Se acatará lo señalado en el presente criterio.
CE-85	En las áreas de aprovechamiento proyectadas se deberá mantener en pie la vegetación arbórea y palmas de la vegetación original que por diseño del proyecto coincidan con las áreas destinadas a camellones, parques, áreas verdes, jardines, áreas de donación o áreas de equipamiento, de tal forma que estos individuos se integren al proyecto.	El proyecto cumple con este criterio, ya que se habrá de mantener una franja perimetral de vegetación natural y una gran proporción de vegetación nativa que representa el 28,985.11 m <sup>2</sup> , es decir el 65 % del total del predio.
CE-87	Se deberán mantener en pie e integrar al diseño del proyecto los árboles con diámetro normal (1.30 cm del suelo) igual o mayor a 40 cm. Para evitar daño a las raíces deberá establecerse un radio de protección de 5 m alrededor del tronco del árbol.	Se acatará manteniendo en pie los árboles que por el diseño del proyecto se encuentren en las áreas destinadas para tal fin.
CE-89	El diseño de proyectos adyacentes a predios con edificios e instalaciones en proceso de construcción o de operación, debe considerar las áreas impactadas por estos y las áreas de conservación que mantengan su vegetación primaria. Esto con la finalidad de que las áreas de conservación que defina el proyecto aseguren la contigüidad del ecosistema y el mantenimiento de la diversidad florística y faunística.	Se acatará lo señalado en el presente criterio.
CE-91	En las playas, dunas y post dunas sólo se permite el uso de cuadrúpedos para la realización de paseos, actividades turísticas, recreativas o de exhibición, fuera de temporada de anidación de tortuga marina y en predios y en áreas concesionadas a nombre del promovente de la actividad.	No aplica, el predio se encuentra a 400 metros de la línea de la costa.
CE-92	En las playas, dunas y post dunas sólo se permite el uso de vehículos motorizados para situaciones de limpieza, vigilancia y control, así como para las actividades autorizadas que hagan las personas	No aplica, el predio se encuentra a 400 metros de la línea de la costa.

CRITERIO	CRITERIOS ESPECÍFICOS.	VINCULACION
	públicas o privadas participantes en los programas de protección a la tortuga marina.	
CE-93	Se deberá mantener libre de obras e instalaciones de cualquier tipo (permanentes o temporales) una franja de por lo menos 10 m dentro del predio, aledaña a los terrenos ganados al mar o la Zona Federal Marítimo Terrestre, en la que se preservará la vegetación costera original, salvo lo previsto en otros criterios específicos en este instrumento. La amplitud y continuidad de la franja se podrá modificar cuando se demuestre en el estudio de impacto ambiental correspondiente que dicha modificación no generará impactos ambientales significativos al ecosistema costero.	No aplica, el predio se encuentra a 400 metros de la línea de la costa.
CE-95	En los predios en los que exista vegetación exótica o invasora deberá llevarse a cabo un programa de erradicación de dichas especies.	Actualmente, en el predio de interés se cubre con vegetación natural y no presenta problemas con la presencia de vegetación exótica. Asimismo, la empresa promovente manifiesta su compromiso de no introducir especies exóticas para las áreas ajardinadas del proyecto.
CE-100	Alrededor de los cenotes y accesos a cuevas se deberá mantener una franja perimetral de protección constituida por vegetación natural, con una anchura equivalente a la anchura máxima del espejo de agua. En esta franja sólo se permitirá el aclareo de hasta el 10% de su cobertura y la remoción de árboles jóvenes de hasta 10 cm de diámetro, siempre y cuando la autoridad competente por excepción otorgue el cambio de uso de suelo en esta superficie.	En el predio de interés no se ha detectado la presencia de cenotes y/o cuevas.
CE-101	En todas sus fases -construcción, operación y mantenimiento- el desarrollo deberá contar con un programa de difusión ambiental que incluya los aspectos necesarios de información, concientización y capacitación a los diversos actores involucrados, que complemente o refuerce los fines de los demás programas aplicables al proyecto.	Se contará con el programa de difusión ambiental requerido

CRITERIO	CRITERIOS ESPECÍFICOS.	VINCULACION
CE-102	Con la finalidad de evitar el efecto de islas de calor se deberá establecer, en por lo menos el 50 % de las losas planas de las construcciones, un jardín de azotea o roof garden en el que se utilicen preferentemente especies nativas.	Se acatará lo señalado en el presente criterio.
CE-103	En el caso de que el ecosistema de duna costera se encuentre afectado o carezca de vegetación, ésta se deberá restaurar o reforestar con la finalidad de promover la protección de las playas, de la zona de anidación de las tortugas marinas y para el mantenimiento de la vegetación costera. Para el cumplimiento de este criterio deberá presentarse de manera conjunta con el estudio ambiental correspondiente, el programa de restauración de vegetación costera. La restauración se realizará en el primer año a partir de la fecha de inicio de obras del proyecto autorizado. Las actividades de restauración deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.	No aplica, el predio se encuentra a 400 metros de la línea de la costa.
CE-104	La estructura de la duna costera o bermas rocosas, así como la vegetación que las ocupa se debe mantener en estado natural en por lo menos el 75 % de su superficie dentro del predio.	No aplica, el predio se encuentra a 400 metros de la línea de la costa.
CE-105	Se permiten los andadores de acceso a la playa de conformidad con lo establecido en la normatividad vigente, los cuales siempre tendrán un trazo que atraviese la franja de vegetación costera en forma diagonal con la finalidad de evitar la erosión de la duna o playa. Los andadores o accesos a la playa tendrán una anchura máxima de tres metros y se podrá establecer uno por cada 100 metros de frente de playa de cada predio.	No aplica, el predio se encuentra a 400 metros de la línea de la costa.
CE-106	Los andadores de acceso a la playa se establecerán sobre el terreno natural, sin rellenos, ni pavimentos, sólo se permitirá la delimitación del mismo con rocas u otros ornamentos no contaminantes. Se permite	No aplica, el predio se encuentra a 400 metros de la línea de la costa.

CRITERIO	CRITERIOS ESPECÍFICOS.	VINCULACION
	el establecimiento de andadores elevados que respeten el relieve natural de la duna.	
CE-107	Para efectos del perfil de diseño del proyecto y el nivel de desplante, deben evaluarse los niveles de inundación y caudales de precipitación ante diversos escenarios de lluvia. Lo anterior como criterio para la definición del nivel de desplante que asegure el mantenimiento de la hidrología superficial y sub-superficial del predio y la región, así como la seguridad de la infraestructura planteada.	De acuerdo a la topografía del proyecto en el predio no existen zonas inundables, asimismo, el mismo se encuentra a 5 metros del nivel del mar.
CE-108	Se deberá garantizar el funcionamiento hidrodinámico de los canales interiores. Su diseño constructivo y operación se deberá fundamentar en estudios especializados, los que se presentarán de manera conjunta con el estudio de impacto ambiental respectivo.	No existen canales hidrodinámicos interiores en el predio del proyecto.
CE-109	Se permite la instalación temporal de plantas de premezclado, dosificadoras o similares dentro del área de desmonte permitida en el interior de predios para abastecer al proyecto únicamente durante su construcción. Debiendo ser retiradas una vez que se concluya la construcción del mismo. El área ocupada por la planta deberá integrarse al proyecto.	No aplica no se pretende la instalación de este tipo de infraestructura en el predio.

**III.4.** Vinculación del proyecto con el artículo **60 Ter De La Ley General De Vida Silvestre (D.O.F. 1 de febrero de 2007)** y con la **NOM-022-SEMARNAT-2003 (D.O.F. 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; Así Como Con El Acuerdo Mediante el cual se adiciona la especificación **4.43 a la NOM-022-SEMARNAT-2003 (D.O.F. 7 de Mayo de 2004)**.

A continuación, se presenta una tabla con la vinculación del proyecto con la Norma NOM-022-SEMARNAT-2003 que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar.

**Tabla III.5. Vinculación del proyecto con las especificaciones de la NOM-022-SEMARNAT-2003.**

Especificación	Vinculación
<p>4.0 El manglar deberá preservarse como comunidad vegetal. Debe garantizarse en todos los casos la integralidad del mismo, para ello se contemplarán los siguientes puntos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La integridad del flujo hidrológico del humedal costero;</li> <li>• La integridad del ecosistema y su zona de influencia en la plataforma continental;</li> <li>• Su productividad natural;</li> <li>• La capacidad de carga natural del ecosistema para turistas;</li> <li>• Integridad de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje;</li> <li>• 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;</li> <li>• Cambio de las características ecológicas;</li> <li>• 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).</li> </ul>	<p>El proyecto cumplió con lo establecido en el siguiente numeral como se explica a continuación.</p> <p>Integridad del flujo hidrológico del humedal costero. En el predio no existen humedales costeros, sin embargo, fuera del predio a 10 metros del mismo existe un cenote denominado manatí, el cual en ningún momento forma parte del proyecto por lo que no se afectará el flujo hidrológico del mismo ya que no se intervino en el mismo, por lo que tampoco se afectó su integridad, ni su productividad, así como la capacidad de carga, ya que no se pretenden actividades dentro del cuerpo de agua.</p>
<p>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.</p>	<p>El proyecto no contempla ninguna obra de canalización ni interrupción de flujo o desvío de agua del área denominada Unidad de Bien Común (10,053.92 m2) ya que dicha área se considera como área de conservación y mantenimiento de la vegetación de Mangle que existe en dicha superficie.</p>
<p>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.</p>	<p>El proyecto no implica la remoción, relleno, trasplante, poda ni ninguna otra obra o actividad que afecte la integridad del flujo hidrológico de manglar, de su capacidad de carga natural, de su productividad natural ni de su zona de influencia.</p> <p>Ya que el área denominada Unidad de Bien Común (10,053.92 m2) se considera como área de conservación y mantenimiento de la vegetación de Mangle que existe en dicha superficie.</p>

Especificación	Vinculación
<p>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.</p>	<p>El proyecto no contemplo ninguna obra de canalización ni interrupción de flujo o desvío de agua, ya que, el área denominada Unidad de Bien Común (10,053.92 m<sup>2</sup>) se considera como área de conservación y mantenimiento de la vegetación de Manglar que existe en la misma.</p>
<p>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.</p>	
<p>4.5. Cualquier bordo colindante con el manglar deberá evitar bloquear el flujo natural del agua hacia el humedal costero.</p>	<p>La zona en donde se propone llevar a cabo el proyecto, existe una superficie con vegetación de Manglar, misma que se denomina como Unidad de Bien Común (10,053.92 m<sup>2</sup>) la cual se considera como área de conservación y mantenimiento de la vegetación que existe dentro de ella.</p>
<p>4.6. Se debe evitar la degradación de los humedales costeros por contaminación y asolvamiento.</p>	<p>El proyecto implemento diversas medidas para el buen manejo y disposición de los residuos sólidos, líquidos y peligrosos, de tal forma que se evitó al máximo el riesgo de contaminar el aire, el suelo o el agua del predio. Dichas medidas se encontrarán descritas en un Programa de Manejo de Residuos. Durante las actividades, las zonas con vegetación natural que no formarán parte del proyecto se encontrarán delimitadas físicamente para impedir el paso de personas a las mismas y disminuir el riesgo de contaminación por residuos.</p>
<p>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.</p>	<p>Durante las actividades de aprovechamiento, el agua cruda se abastecerá por medio de pipas de servicio público y serán almacenadas en tinacos plásticos de 1,000 a 5,000 litros de capacidad. Adicionalmente, durante la operación existirá un sistema de captación de agua de lluvia en las azoteas y su canalización hacia las zonas con vegetación natural, previo paso a través de coladeras de cúpula y pretil que retienen los sólidos.</p>
<p>4.8. Se deberá prevenir que el vertimiento de agua que contenga contaminantes orgánicos y químicos, sedimentos, carbón metales pesados, solventes, grasas, aceites combustibles o modifiquen la temperatura del cuerpo de agua; alteren el equilibrio ecológico, dañen el</p>	<p>El proyecto en ningún momento llevara a cabo el vertimiento de agua que contenga contaminantes orgánicos y químicos, sedimentos, carbón metales pesados, solventes, grasas, aceites combustibles hacia cuerpos de agua, suelo y subsuelo, los mismos serán contenidos en baños ecológicos tipo sanirent</p>

Especificación	Vinculación
<p>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 costeros deberán ser tratadas y cumplir cabalmente con las normas establecidas según el caso.</p>	<p>los cuales serán limpiados periódicamente por la empresa de arrendamiento.</p>
<p>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.</p>	<p>El proyecto no contempla el vertimiento de aguas residuales a la unidad hidrológica durante ninguna de sus etapas, como se explicó en el criterio anterior.</p>
<p>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.</p>	<p>No se pretende la extracción de agua subterránea para el proyecto, la misma se obtendrá mediante pipas.</p>
<p>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</p>	<p>Las áreas con vegetación natural se enriquecieron con especies nativas provenientes del rescate.</p>
<p>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.</p>	<p>Con las obras que se llevaran a cabo no se afectara al balance entre el aporte hídrico y el proveniente de las mareas, ya que el predio se encuentra fuera de la línea de costa.</p>
<p>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 es 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</p>	<p>El proyecto no considera el trazo de vías de comunicación a través ni sobre las áreas de humedales, ya que el mismo se encuentra propuesto como áreas de conservación natural como una Unidad de Bien Común.</p>

Especificación	Vinculación
material de construcción ni genere residuos sólidos en el área.	
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.	Las obras planteadas no implicaron la construcción de vías de comunicaciones aledañas, colindantes o paralelas al humedal, ya que el mismo se encuentra propuesto como áreas de conservación natural como una Unidad de Bien Común.
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.	El proyecto se apegó a lo establecido en este criterio.
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, deberán dejar una distancia mínima de 100 m respecto al límite de la vegetación, en la cual no se permitirá actividades productivas o de apoyo.	El proyecto, motivo del presente estudio, considero el desarrollo de infraestructura a una distancia menor a 100 m, ya que, dentro del mismo predio del proyecto, se ubica una zona de humedal con presencia de Manglar, por lo que se apegó al numeral 4.43 de esta NOM.
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 proyecto se apegará a lo establecido en este criterio.
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 considero la afectación de la vegetación de Manglar en el área de conservación natural señalada como una Unidad de Bien Común, misma que se mantendrá como área de conservación.

Especificación	Vinculación
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.	No aplica, en ningún momento se pretende dragar material en el presente proyecto.
4.20. Queda prohibida la disposición de residuos sólidos en humedales costeros.	El proyecto cuenta con un Programa de Manejo de Residuos, que atendió la disposición de residuos sólidos en humedales costeros dentro del predio durante todas sus etapas de desarrollo.
4.21. Queda prohibida la instalación de granjas camaronícolas industriales intensivas o semintensivas en zonas de manglar y lagunas costeras, y queda limitado a zonas de marismas y a terrenos más elevados sin vegetación primaria en los que la superficie del proyecto no exceda el equivalente de 10% de la superficie de la laguna costera receptora de sus efluentes en lo que se determina la capacidad de carga de la unidad hidrológica. Esta medida responde a la afectación que tienen las aguas residuales de las granjas camaronícolas en la calidad del agua, así como su tiempo de residencia en el humedal costero y el ecosistema.	El proyecto consiste en un desarrollo turístico, por lo que este criterio no le es aplicable.
4.22. No se permite la construcción de infraestructura acuícola en áreas cubiertas de vegetación de manglar, a excepción de canales de toma y descarga, los cuales deberán contar previamente con autorización en materia de impacto ambiental y de cambio de utilización de terrenos forestales.	
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 y 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 contemplo la construcción de canales en ninguna de sus etapas de desarrollo, así como la deforestación de Manglar, ya que dicha Unidad de Bien Común se mantendrá como área de conservación.
4.24. Se favorecerán los proyectos de unidades de producción acuícola que utilicen tecnología de toma descarga de agua, diferente a la canalización.	El proyecto consistió en un desarrollo turístico, por lo que este criterio no le es aplicable, no en actividades acuícolas, por lo que no aplican.
4.25. La actividad acuícola deberá contemplar preferentemente post-larvas de especies nativas producidas en laboratorio.	

Especificación	Vinculación
4.26. Los canales de llamada que extraigan agua de la unidad hidrológica donde se ubique la zona de manglares deberá evitar, la remoción de larvas y juveniles de peces y moluscos.	El proyecto no contemplo la construcción de canales en ninguna de sus etapas de desarrollo, por lo que no aplica.
4.27. Las obras o actividades extractivas relacionadas con la producción de sal, sólo podrán ubicarse en salitrales naturales; los bordos no deberán exceder el límite natural del salitral, ni obstruir el flujo natural de agua en el ecosistema.	El proyecto no contempla actividades extractivas de sal en ninguna de sus etapas de desarrollo, por lo que no aplica.
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.	El cuerpo de agua denominado Unidad de Bien Común que es el área donde se ubica la vegetación de manglar se mantendrá como área de conservación, por lo que no se llevará a cabo obras en dicho cuerpo de agua.
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 considero el desarrollo de actividades de turismo náutico en humedales costeros ni en ninguna zona de manglar, por lo que no aplica.
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.	El proyecto no considera el uso de embarcaciones de ningún tipo en ninguna de sus etapas de desarrollo.
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 considera actividades de turismo educativo, ecoturismo ni observación de aves en ninguna de sus etapas de desarrollo.
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	El proyecto no incluye caminos de acceso a la playa. Para acceder al mismo se usaron los claros naturales de la vegetación como senderos peatonales, los cuales fueron delimitados por postes de madera y cuerdas para evitar que se afecten los procesos de regeneración natural de la vegetación y la dinámica de acumulación de arena, además de que en la línea

Especificación	Vinculación
con respecto al eje mayor, deben estar ubicados como mínimo a una distancia de 30 km uno de otro.	de costa del predio es mayormente de berma rocosa.
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 contemplo la construcción de canales en ninguna de sus etapas de desarrollo.
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.	La zona donde se encuentra el predio del proyecto cuenta con una superficie de humedal con vegetación Manglar, mismo que se encuentra propuesto como áreas de conservación natural como una Unidad de Bien Común.
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 consiste en un desarrollo turístico y las áreas de humedal con vegetación de manglar denominada como Unidad de Bien Común se mantendrá como áreas de conservación natural.
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 como se determinen en el Informe Preventivo.	En el predio existe un área que cuenta con vegetación de manglar, la cual se encuentra propuesto como áreas de conservación natural misma que se denominó como una Unidad de Bien Común.
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.	En el predio existe una superficie de humedal con presencia de Manglar misma que se denomina como Unidad de Bien Común (10,053.92 m <sup>2</sup> ) la cual se considera como área de conservación y mantenimiento de la vegetación que existe dentro de ella.
4.38. Los programas proyectos 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 contemplo ningún programa o proyecto de restauración de manglares.

Especificación	Vinculación
<p>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.</p>	
<p>4.40. Queda estrictamente prohibido introducir especies exóticas para las actividades de restauración de los humedales costeros.</p>	<p>El proyecto no contemplo ningún programa o proyecto de restauración de manglares.</p>
<p>4.41. La mayoría de los humedales costeros restaurados y creados requerirán de 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.</p>	<p>El proyecto no contemplo ningún programa o proyecto de restauración de manglares.</p>
<p>4.42. Los estudios de impacto ambiental y ordenamiento deberán considerar un estudio integral de la unidad hidrológica donde se ubican los humedales costeros.</p>	<p>Es por tal motivo que se presenta la Manifestación en comento para su evaluación y dictaminación.</p>
<p>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.</p>	<p>El proyecto no cumple con el numeral 4.16 de la presente Norma Oficial, relativo a la distancia mínima de 100 m con respecto al límite de la vegetación del humedal, por lo que para exceptuar al proyecto del cumplimiento de dicho dispositivo en términos del presente numeral 4.43, se proponen las siguientes medidas de compensación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se implementaron medidas para el manejo adecuado de los residuos para evitar la dispersión de los mismos hacia la zona inundable.</li> <li>• Durante las actividades se delimitaron las áreas autorizadas por aprovechar, evitando la afectación de las áreas naturales.</li> <li>• Se realizó una propuesta de reforestación en áreas de manglar a la Comisión de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), que además de compensar la cercanía de las obras que requiere este numeral, también permita recuperar en el tiempo el carbono.</li> </ul>

A continuación, se presenta la vinculación del proyecto con el artículo **60 TER de la Ley General de Vida Silvestre**.

**Tabla III.6. Vinculación del proyecto con el artículo 60 TER de la Ley General de Vida Silvestre.**

Norma	Vinculación con el Proyecto
<p><b>ARTICULO 60 TER.</b> Queda prohibida la remoción, relleno, trasplante, poda o cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar; de la capacidad de carga natural 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 la 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.</p>	<p>El proyecto “Residence Paradise” no implico la remoción, relleno, trasplante, poda ni ninguna otra obra o actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico de manglar, de su capacidad de carga natural, de su productividad natural ni de su zona de influencia. Lo anterior porque dentro del predio, no se identificaron especies de manglar.</p> <p>Ya que el área del predio que cuenta con vegetación misma que se denomina como Unidad de Bien Común (10,053.92 m2) la cual se considera como área de conservación y mantenimiento de la vegetación que existe dentro de ella, no será afectada.</p>

#### IV. Descripción del Sistema Ambiental y Señalamiento de la Problemática Ambiental detectada en el Área de Influencia del proyecto.

##### IV.1 Delimitación del área de estudio donde se pretende establecer el proyecto.

El Estado de Quintana Roo, se encuentra ubicado en la parte oriental de la Península de Yucatán, sus límites geoestadísticos están entre los paralelos 17°54' y 21°36' de latitud norte y 86°45', 89°10' de longitud oeste, limita al norte con el estado de Yucatán, y el Golfo de México, al sur con Belice, y la Bahía de Chetumal, al este con el Mar Caribe, y al oeste con los estados de Campeche y Yucatán. El estado, comprende dos Regiones Hidrológicas: la Yucatán Norte (RH32) y Yucatán Este (RH33). La primera, como su nombre lo infiere, se ubica hacia la porción del extremo norte del territorio estatal, ahí se encuentran la Cuenca Quintana Roo con aproximadamente la tercera parte de la superficie estatal, y los cuerpos de agua L. Nichupté, L. Chakmochuk, y L. Conil. La segunda Región denominada Yucatán Este, le corresponden también en Quintana Roo dos Cuencas que ocupan poco menos de 70% de la entidad; llamadas Bahía de Chetumal, y otras donde se aprecian las corrientes superficiales Hondo, Azul, Escondido, y Ucum, además de los cuerpos de agua L. Bacalar, L. San Felipe, L. Mosquitero, L. Chile Verde, L. Nohbec, y L. La Virtud; mientras que en la Cuenca Cuencas Cerradas se tienen únicamente cuerpos de agua y son: L. Chunyaxché, L. Chinchancanab, L. Campechen, L. Boca Paila, L. Paytoro, L. Ocom, y L. Esmeralda (INEGI, 2002) (Fig.IV.1)

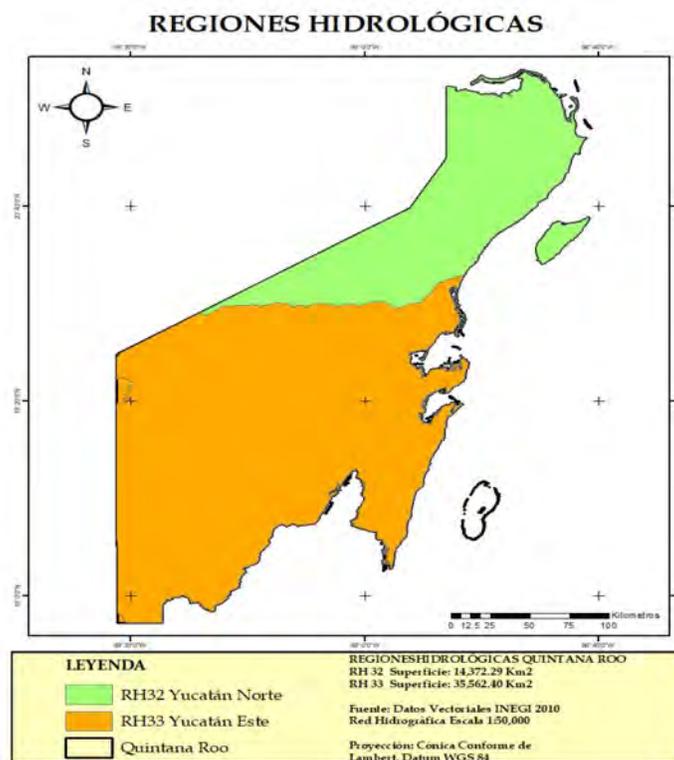


Figura IV.1. Regiones hidrológicas del Estado de Quintana Roo (INEGI, 2010).

#### IV.1.1. Ubicación del predio del proyecto.

El proyecto “Residence Paradise”, se propone realizar en el predio rústico identificado como: “Rancho El Gallero Veracruz F2-F1-F5” el cual se encuentra ubicado en la Calle Paseo Tulum y Xaman-ha, Manzana 19, Lote 3, Localidad Playa del Carmen, Municipio Solidaridad, Estado de Quintana Roo, cuya superficie legal total en conjunto es de 44,670.65m<sup>2</sup> (4.46 hectáreas). (Fig. IV.2).

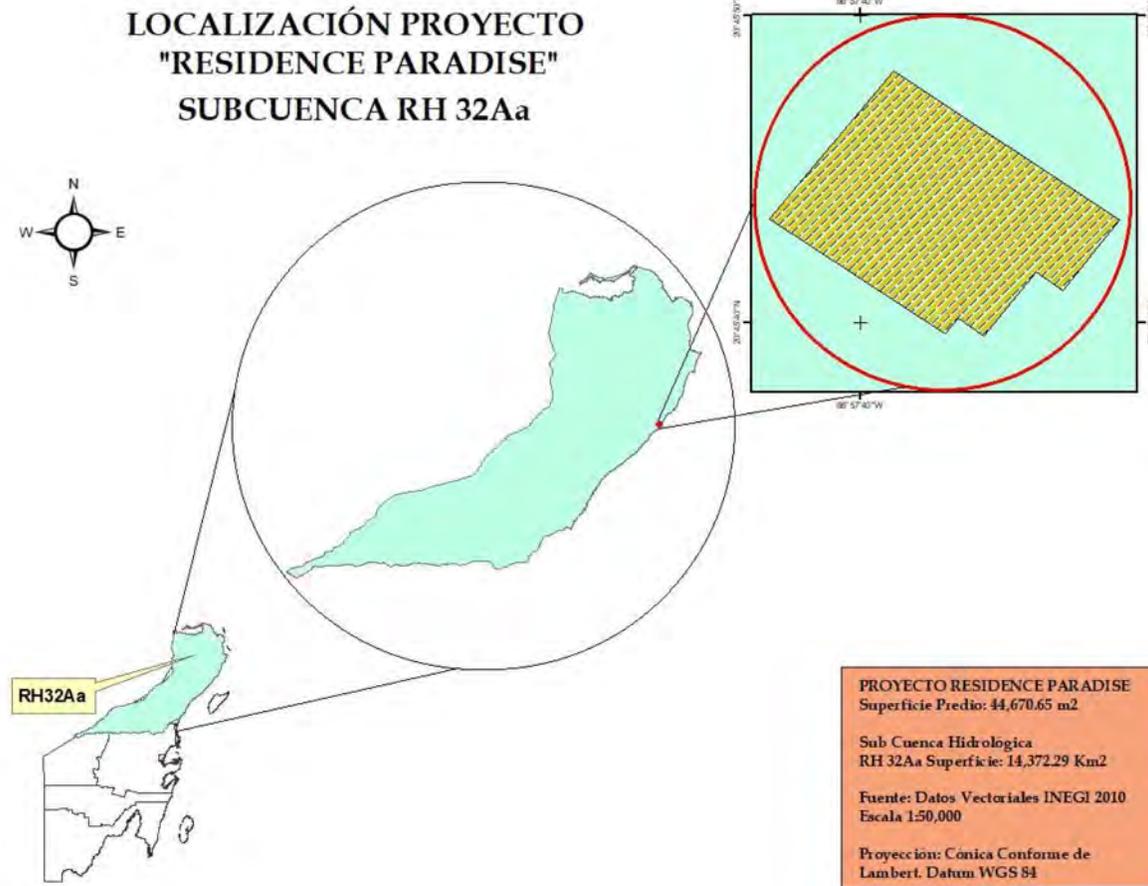


**Figura IV.2. Ubicación de la poligonal del predio del proyecto “Residence Paradise” (Fuente: Google Earth®, 2024).**

#### IV.1.2. Ubicación en la Cuenca Hidrológica Forestal.

La Región Hidrológica RH32 (Yucatán Norte), abarca, además del estado de Quintana Roo parte de Yucatán y Campeche, con una superficie total de 56, 443 km<sup>2</sup>; en el estado comprende la porción norte, cubre un área que equivale a 31.77% estatal (14,372.29 Km<sup>2</sup>); sus límites en la entidad son: al norte el Golfo de México, al este el Mar Caribe, al sur la Región Hidrológica 33 (RH33), y al oeste el estado de Yucatán donde continúa. Presenta dos cuencas denominadas: 32A Quintana Roo, y 32B Yucatán, aunque de esta última sólo abarca una pequeña área dentro del Estado.

Señalando de manera mas puntual, el área donde se pretende ubicar el proyecto “Residence Paradise”, se encuentra en la Región Hidrológica RH32 “Yucatán Norte”, en la Cuenca 32A, Subcuenca 32Aa, denominada “Quintana Roo”, que es donde se encuentra inmerso el predio “Rancho El Gallero Veracruz F2-F1-F5”; esta subcuenca tiene una superficie de (14,372.29 Km<sup>2</sup>, y 340.97 Km de perímetro (INEGI, 2010) (Figura IV.3).



**Figura IV.3. Ubicación del predio en la Subcuenca RH32Aa (INEGI, 2010).**

## IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental

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

“Para delimitar el sistema ambiental se deberá proporcionar la justificación técnica de la delimitación, en la que se incluya los criterios y análisis utilizados, cabe señalar que la delimitación del Sistema Ambiental (SA), deberá sustentarse con los límites naturales de los elementos bióticos y abióticos existentes, así como en los procesos ecosistémicos, con los cuales interactuarán las obras y actividades del proyecto, para el caso de obras y actividades en zona terrestre se podrá utilizar la regionalización establecida por las Unidades de Gestión Ambiental del ordenamiento ecológico (cuando exista para el sitio), la zonificación de usos de suelo cuando existe un plan o programa de desarrollo urbano o la zonificación establecida en un decreto de área natural protegida, microcuencas, topoformas, entre otros.

La delimitación del Sistema Ambiental equivale a definir la unidad geográfica de referencia para la toma de decisiones en materia de evaluación del impacto ambiental. Este objetivo, pudiera homologarse al intento de definir los límites del o de los ecosistemas presentes en

el área donde va a establecerse el proyecto, tal delimitación se concibe en términos operativos a través de la aplicación del concepto de sistema ambiental, el cual se circunscribe a una expresión objetiva, inventariable y cartografiable de los ecosistemas.

Siguiendo las consideraciones anteriormente descritas, a continuación, se presenta el Sistema Ambiental que ha sido delimitado derivado de las características del predio del proyecto, así como los elementos bióticos y abióticos que lo delimitan (Fig. IV.4).



**Figura IV.4. Delimitación del Sistema Ambiental para el proyecto “Residence Paradise” (Fuente: Google Earth®, 2024).**

Como se puede observar en la figura anterior el Sistema Ambiental delimitado se encuentra remarcado en color amarillo y ocupa una superficie de 16.5 hectáreas. De igual forma como se puede observar el predio del proyecto “Residence Paradise”, se encuentra inmerso dentro de un área turística habitacional, en la cual actualmente se encuentran edificados diversos desarrollos turísticos y residenciales, por lo cual el medio natural ya se encuentra fragmentado; derivado de lo anterior el sistema ambiental fue delimitado considerando los límites que demarcan la calles de acceso que se encuentran cercanas al área del proyecto, así como límites marcados por los grandes complejos turísticos colindantes, considerando de igual forma que la vegetación presente en la zona corresponda a las condiciones nativas del predio del proyecto (Fig. IV.4).

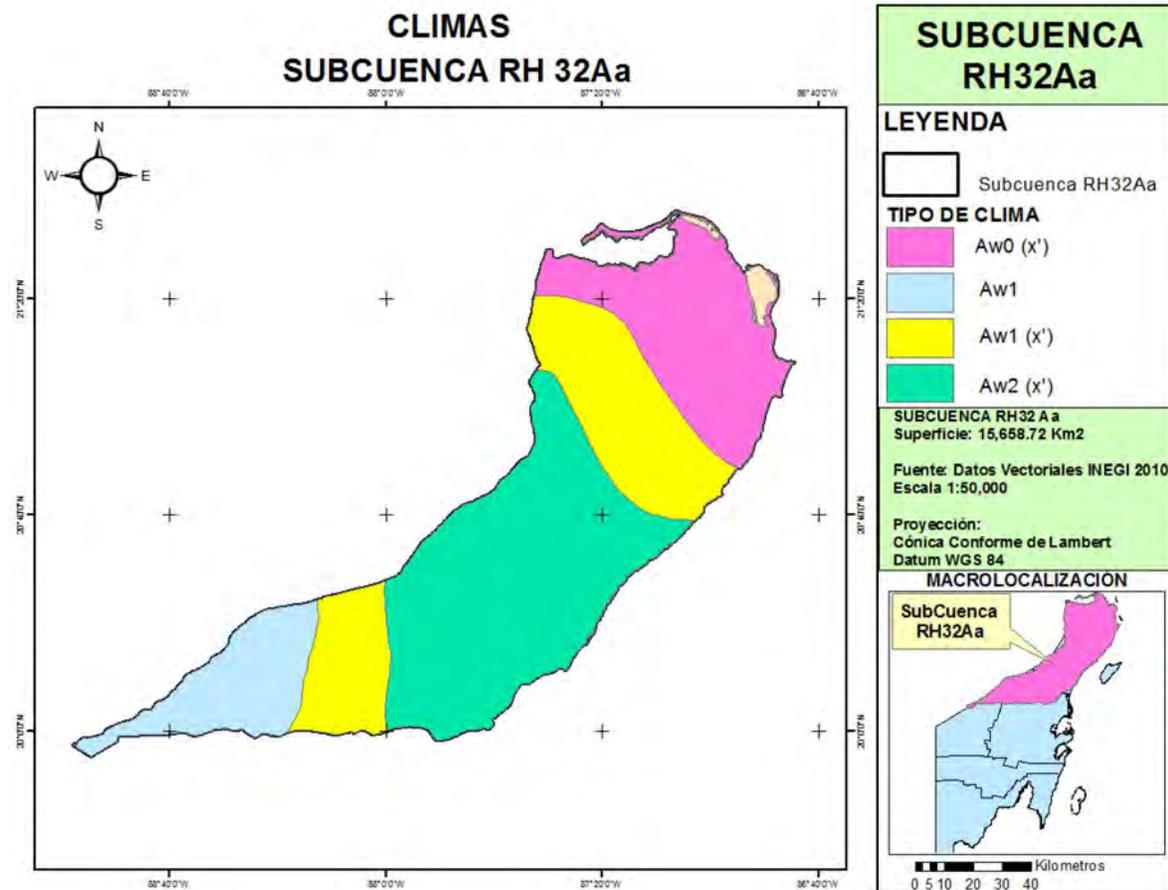
Como se puede observar debido a los diversos desarrollos habitacionales que se presentan actualmente en la zona en la cual se encuentra inmersa el proyecto, existen muy pocas zonas en las cuales aún se puede observar vegetación nativa

**IV.2.1 Medio abiótico**

**Clima**

De acuerdo con el Sistema de Clasificación Climática de Köeppen modificado por García (1981), y el Estudio Hidrológico del estado de Quintana Roo, publicado por el INEGI (2002), se tiene que, en el Estado, se presenta un clima cálido subhúmedo, con lluvias todo el año, y mayor abundancia en verano; la nomenclatura reportada por el INEGI es Aw con tres variantes con base base en un gradiente de humedad dentro de los tipos subhúmedos que definen los Aw<sub>0</sub>, Aw<sub>1</sub> y Aw<sub>2</sub>.

En las SubCuenca RH 32Aa, se presentan uno de los tres tipos de Climas antes mencionados (Aw<sub>1</sub>), y los subtipos Aw<sub>0</sub>(x'), Aw<sub>1</sub>(x') y Aw<sub>2</sub>(x') (Fig. IV.5).



**Figura IV.5. Tipos de Climas en la Sub Cuenca RH32Aa (INEGI, 2010).**

El tipo climático Aw<sub>1</sub>, Cálido subhúmedo, presenta una temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C. Precipitación del mes más seco menor de 60 mm; lluvias de verano con índice P/T entre 43.2 y 55.3 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.

POR SU HUMEDAD TEMPERATURA	SUBHÚMEDOS						RÉGIMEN
	EL MÁS HÚMEDO		INTERMEDIO		EL MÁS SECO		
CÁLIDO T. media anual De 22 a 26°C	Aw2 Aw2(w)		Aw1 Aw1(w)		Aw0 Aw0(w)		V
	Aw2(x') Aw2(x')w2		Aw1(x') A(x')w1		Aw0(x') Ax'(w0)		I

El subtipo climático  $Aw_0(x')$ , cálido subhúmedo, el más seco de los cálidos subhúmedos con régimen de lluvias de verano, de 1000 mm, tiene una temperatura media anual de 26 °C, con una variación de la media mensual entre el mes más frío y el mes más caliente menor a 5° C, por lo que es isotermal.

El subtipo  $Aw_1(x')$  de humedad intermedia entre los cálidos subhúmedos, ocupa la mayor extensión del estado, básicamente al oeste y se prolonga en los estados de Campeche y Yucatán; manifiesta una temperatura media anual de 26 °C, con diferencias de la temperatura media mensual entre el mes más caliente, y el mes más frío de 5 y 7° C, que lo ubica entre isotermal, o con poca variabilidad, por otro lado, la precipitación promedio anual es de 1100 a 1200 mm.

El más húmedo de los cálidos subhúmedos, es el subtipo  $Aw_2(x')$ , con temperatura media anual de 26 °C, isotermal, con una precipitación anual de 1200 a 1300 mm.

En los meses de Enero a Marzo se originan “frentes” producto del choque de las masas frías del norte con el aire tropical del país, al pasar por el mar de las Antillas y el Golfo de México se saturan de agua en forma de nubosidad depositada posteriormente como lluvia; a esto se le conoce como “Norte”. En la Península de Yucatán ocasiona la lluvia invernal que en algunos años llega a ser tan elevada que abarca más del 15% del total anual. La duración de efecto de los nortes puede ser en promedio de tres días, periodo en que cubre su trayectoria total.

El área donde se pretende ubicar el proyecto, se encuentra dentro de la zona de los vientos alisios, con influencia de los vientos del Norte y del Caribe (velocidades promedio de 3 m/s), lo que propicia estar siempre en los pasos de los huracanes y ciclones. Una característica particular de esta zona es que presenta una alta humedad relativa en casi la mayor parte del año.

**Precipitación**

En la Subcuenca RH32 Aa, se identificaron las isoyetas de 800, 1100, 1100, 1200, 1300 y 1500 mm anuales (Fig. IV.6); las lluvias se presentan durante todo el año, siendo más abundantes en los meses de junio a octubre (INEGI, 2010). Se presentan estas variaciones en la precipitación, debido principalmente a los diferentes tipos de clima que se presentan en la SubCuenca.

Los vientos alisios penetran con fuerza a la Península de Yucatán entre los meses de Mayo a Octubre y son el principal aporte de lluvia estival. Se originan por el país desplazamiento de grandes masas de aire provenientes de la Celda Anticiclónica, localizada en la porción centro norte del océano Atlántico. Estos vientos giran en el hemisferio norte en el sentido de las manecillas del reloj por efecto del movimiento de rotación del planeta, atraviesan la porción central del Atlántico y el Mar Caribe, cargándose de humedad.

El sobrecalentamiento del mar en el verano ocasiona que estos vientos se saturen de nubosidad y se enfríen relativamente al chocar con los continentes por lo que provocan las lluvias de verano.

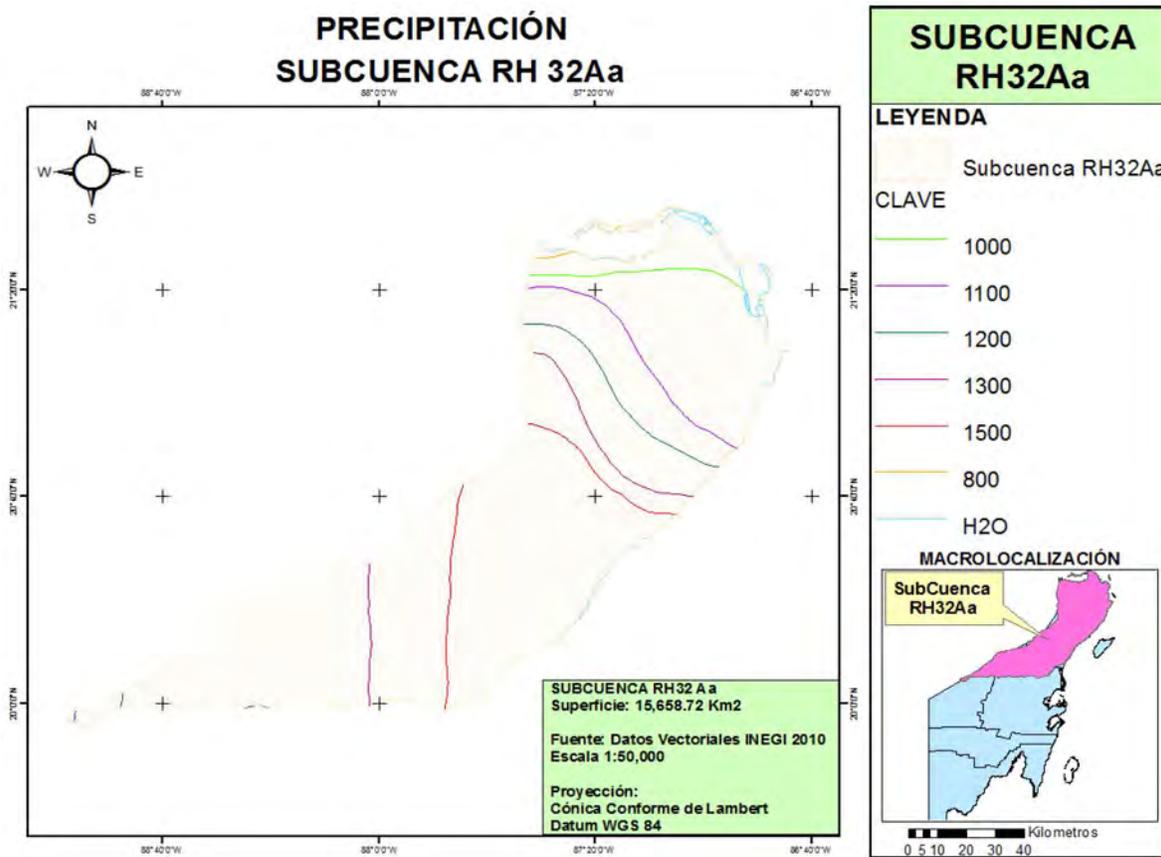


Figura IV.6. Precipitación en la Sub Cuenca RH32Aa (INEGI, 2010).

**Fenómenos Meteorológicos**

La cuenca del Caribe en la que se encuentra inserto el Estado de Quintana Roo, puede imaginarse como una región semicerrada con grandes cantidades de agua relativamente cálida que se acumulan en ella. Esta acumulación resulta de:

- Una pequeña variación en salinidad y densidad del agua resultado de la mayor temperatura de la misma.

- Los vientos Alisios que empujan el agua sobre la costa Oriental del continente (efecto atmosférico).
- La resistencia inercial que presentan las masas de agua al movimiento de rotación del planeta.

En la Península de Yucatán, Quintana Roo es el estado más expuesto a fenómenos meteorológicos como son las tormentas tropicales, huracanes y “nortes”, particularmente la zona norte del litoral que se encuentra comprendida entre Cabo Catoche, y la costa a la altura de la población de Carrillo Puerto.

Podemos clasificar los fenómenos meteorológicos que se presentan en esta zona del mundo de acuerdo con la intensidad de estos de acuerdo con la escala Saffir-Simpson como sigue:

- *Depresión Tropical.* Es un sistema organizado de nubes de tormenta con circulación cerrada y vientos máximos sostenidos de 33 nudos o menos.
- *Tormenta Tropical.* Es un sistema organizado de fuertes tormentas con circulación cerrada y vientos máximos sostenidos de entre 34 y 63 nudos.
- *Huracán.* Es un sistema meteorológico tropical muy intenso con circulación cerrada bien definida y vientos máximos sostenidos que superan los 64 nudos.

A su vez, los huracanes se clasifican de acuerdo con la misma escala según su intensidad estimada por los daños que ocasionan a la vegetación, y las construcciones, y según la velocidad media de los vientos que los caracterizan. A continuación, en la Tabla IV.1, se presentan el listado de ciclones tropicales que se han presentado en el Estado, durante el período de 1970 – 2020.

**Tabla IV.1. Ciclones Tropicales de 1970 a 2020 que han afectado a Quintana Roo (FUENTE: CNA-SMN, 2020).**

Año	Origen	Nombre	Categoría (*)	Lugar de entrada a tierra	Periodo	Vientos (Km/h)
2020	Mar Caribe	Delta	H2	6km al S-SO de Puerto Morelos	4-10 Octubre	175
2020	Mar Caribe	Gamma	H1	5km al S de Tulum	02-05 Octubre	120
2017	Atlántico	Franklin	TT	25Km al S de Punta Herrero	06-10 Agosto	95
2016	Atlántico	Colin	TT	35km al N-NO de Río Lagartos	05-07 Junio	65
2012	Atlántico	Ernesto	H1	Inmediaciones de Mahahual	01-10 Agosto	140

Año	Origen	Nombre	Categoría (*)	Lugar de entrada a tierra	Periodo	Vientos (Km/h)
2011	Atlántico	Rina	TT	30 km al O de Cozumel	23-28 Octubre	95
2010	Atlántico	Richard	DT	Sur de Quintana Roo	20-26 Octubre	55
2010	Atlántico	Karl	TT	15 Km al NE de Chetumal	14-18 Septiembre	100
2010	Atlántico	Alex	TT	90m Km al SW de Chetumal	25 Junio-01 Julio	65
2009	Atlántico	Ida	H1	80 Km al E de Cancún	4-10 Noviembre	150
2008	Atlántico	Dolly	TT	Cancún	20-25 Julio	85
2008	Atlántico	Arthur	TT	SW de Chetumal	31 Mayo-2 Junio	65
2007	Atlántico	Deán	H5	Mahahual	13-23 Agosto	260
2005	Atlántico	Wilma	H4	Cozumel, Playa del C.	15-25 Octubre	230
2005	Atlántico	Stan	TT	Felipe Carrillo Puerto	1º-5 Octubre	75
2005	Atlántico	Emily	H4	20 Km al N de -Tulum	10-21 Julio	215
2005	Atlántico	Cindy	DT	10 km W de FCP	3-6 Julio	55
2003	Atlántico	Claudette	TT	SSW de Cancún	8-15 Julio	90
2002	Atlántico	Isidore	H3	N de Quintana Roo	14-26 Septiembre	205
2001	Atlántico	Chantal	TT	Chetumal	15-22 Agosto	85
2000	Atlántico	Keith	TT	Chetumal	28 Sep-6 Octubre	75
2000	Atlántico	Gordon	DT	Tulum	14-18 Septiembre	55
1999	Atlántico	Katrina	DT	Chetumal	28 Oct-1 Nov.	45
1996	Atlántico	Dolly	H1	Felipe C. Puerto	19-24 Agosto	110
1995	Atlántico	Roxanne	H3	Tulum	8-20 Octubre	185
1995	Atlántico	Opal	DT	Bahía del Espíritu Sto.	27 Sep-2 Oct.	55
1993	Atlántico	Gert	TT	Chetumal	14-21 Septiembre	65
1990	Atlántico	Diana	TT	Chetumal	4-8 Agosto	110
1988	Atlántico	Keith	TT	Cancún	17-24 Noviembre	110
1988	Atlántico	Gilbert	H5	Puerto Morelos	8-20 Septiembre	287
1982	Atlántico	Alberto	DT	20 km al N de Holbox	2-6 Junio	37

Año	Origen	Nombre	Categoría (*)	Lugar de entrada a tierra	Periodo	Vientos (Km/h)
1980	Atlántico	Hermine	TT	Sacxán	20-26 Septiembre	100
1979	Atlántico	Henriette	DT	Puerto Morelos	15-24 Septiembre	45
1975	Atlántico	Eloise	TT	Puerto Morelos	13-24 Septiembre	85
1974	Atlántico	Carmen	H4	Punta Herradura	29 Ago-10 Sep.	222
1973	Atlántico	Brenda	DT	Cancún	18-22 Agosto	148
1971	Atlántico	Chloe	DT	Chetumal	18-25 Agosto	45
1971	Atlántico	Edirh	TT	Chetumal	5-18 Septiembre	110
1970	Atlántico	Ella	DT	Akumal	10-12 Septiembre	55

(\*) H: Huracán; TT: Tormenta Tropical; DT: Depresión Tropical

Estos fenómenos juegan un papel importante en la economía debido a la actividad turística que se desarrolla en el estado. Si la presencia de estos fenómenos meteorológicos no es considerada en el proceso de planeación pueden tener un fuerte impacto; su presencia no se puede evitar, sin embargo, una actitud de previsión activa que combine la protección ante el peligro de éstos fenómenos, y la conservación de los recursos naturales, simplifica los procesos de manejo y permite establecer un balance en la toma de decisiones sobre el tipo y la ubicación de las construcciones.

A pesar de los desastres que pueden ocasionar, no son fenómenos completamente destructores. El abastecimiento de agua en muchas regiones de México, y en especial en la Península de Yucatán (carente de ríos superficiales), depende en gran medida de la visita de estos sistemas atmosféricos.

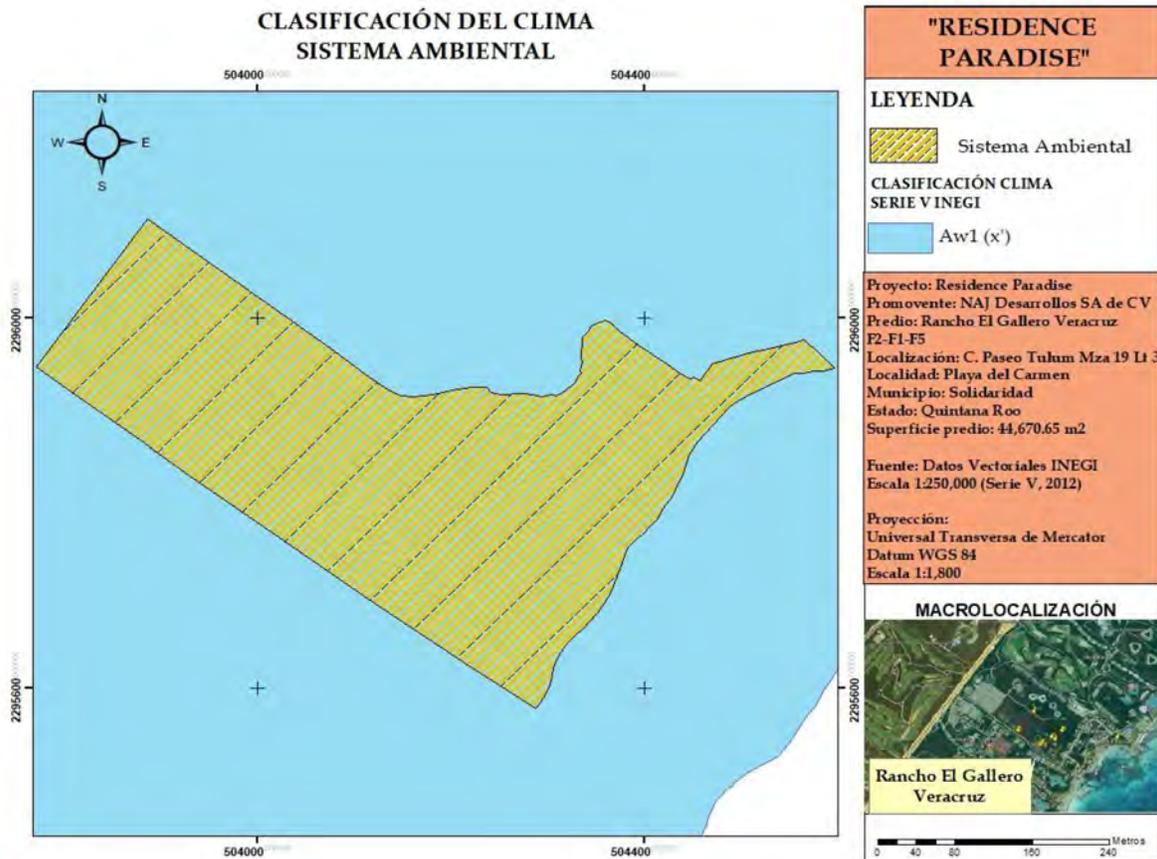
Las tormentas tropicales y los huracanes se presentan en las costas de Quintana Roo en los meses de julio a octubre, los daños que ocasionan se deben a tres fuerzas destructoras: las marejadas, las inundaciones y los vientos.

Los huracanes reducen o ensanchan las playas, forman bajos arenosos y en ocasiones abren o cierran bocas de comunicación entre el mar y los humedales. El huracán Gilberto en 1988 casi hizo desaparecer las playas de Isla Mujeres y Cancún, modificó la topografía de los fondos arenosos en el área y cortó en varios puntos las playas de barrera presentes en las costas de Yucatán formando canales a través de ellas. En Cancún de acuerdo con los reportes de FONATUR, resultaron perjudicados 3,977 cuartos de hotel y 1,362 en Cozumel además de otras construcciones no hoteleras. El impacto del Huracán “Wilma” tuvo severas consecuencias en la zona norte de Quintana Roo.

Los “nortes” no guardan parentesco alguno con los huracanes. Son fenómenos meteorológicos totalmente distintos en su origen y su formación. Mientras los huracanes son de carácter marítimo, tropical y veraniego, los “nortes” son de naturaleza continental, extratropical e invernal, se presentan de octubre a enero. A pesar de las diferencias en su origen causan efectos similares a los de los huracanes. Debido a que los huracanes y los “nortes” son eventos consecutivos que modifican el litoral, en algunos lugares se complica la restauración de las playas. Los procesos naturales de transporte, y depositación de la arena se ven contrarrestados por los efectos de los nortes que comienzan poco después de la temporada de huracanes y que cada año hacen retroceder temporalmente la línea de costa.

**Clima presente en el área del Sistema Ambiental**

De manera particular para la zona que delimita el Sistema Ambiental determinado para el proyecto “Residence Paradise”, el tipo de clima presente es  $Aw_1(x')$  Cálido Subhúmedo con lluvias en verano (el de humedad intermedia entre los cálidos subhúmedos) (Fig. IV.7).



**Figura IV.7. Tipo clima en el área del Sistema Ambiental del proyecto “Residence Paradise”.**

El subtipo climático  $Aw_1(x')$ , este tipo de clima ocupa la mayor extensión en el Estado, presenta una precipitación de hasta 1000 mm, tiene una temperatura media anual la cual varía entre 24° y 28°C, con una variación de la media mensual entre el mes más frío y el mes más caliente menor a 5° C, por lo que es Isotermal.

### Geología

Dentro del área de la Subcuencas RH32Aa, se encuentran formaciones del plioceno y cuaternario (INEGI, 2010). En la formación geológica del plioceno se encuentran calizas que corresponden a rocas sedimentarias del terciario, de origen marino. El cuaternario se caracteriza por presentar gran cantidad de conchas de bivalvos y exoesqueletos de coral en ríos de litificación.

La roca superficial se observa como pequeñas lapias producto del intemperismo de la roca calcárea, con la fase superficial bandeada muy dura y compacta, la presencia de las bandas indica una reprecipitación de los carbonatos que constituyen el carbonato de sodio, el cual es el material predominante.

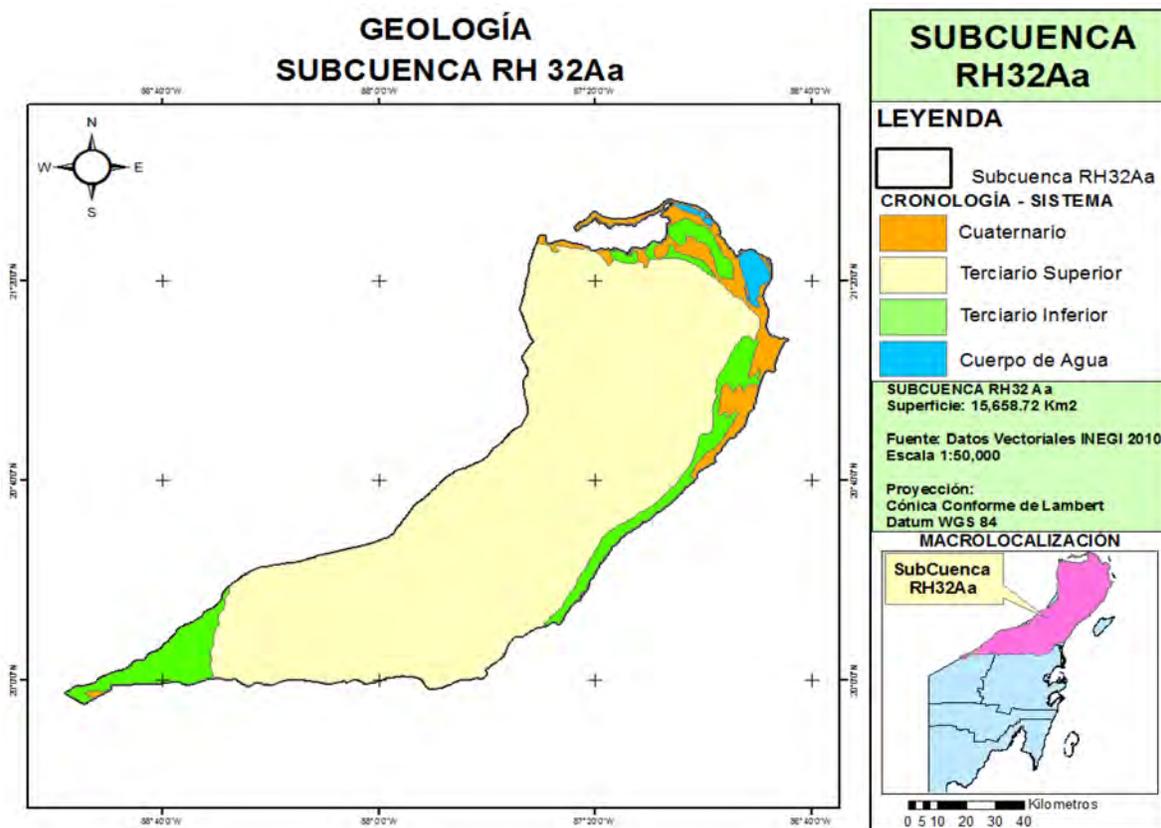


Figura IV.8. Geología de la Subcuenca RH 32Aa (INEGI, 2010).

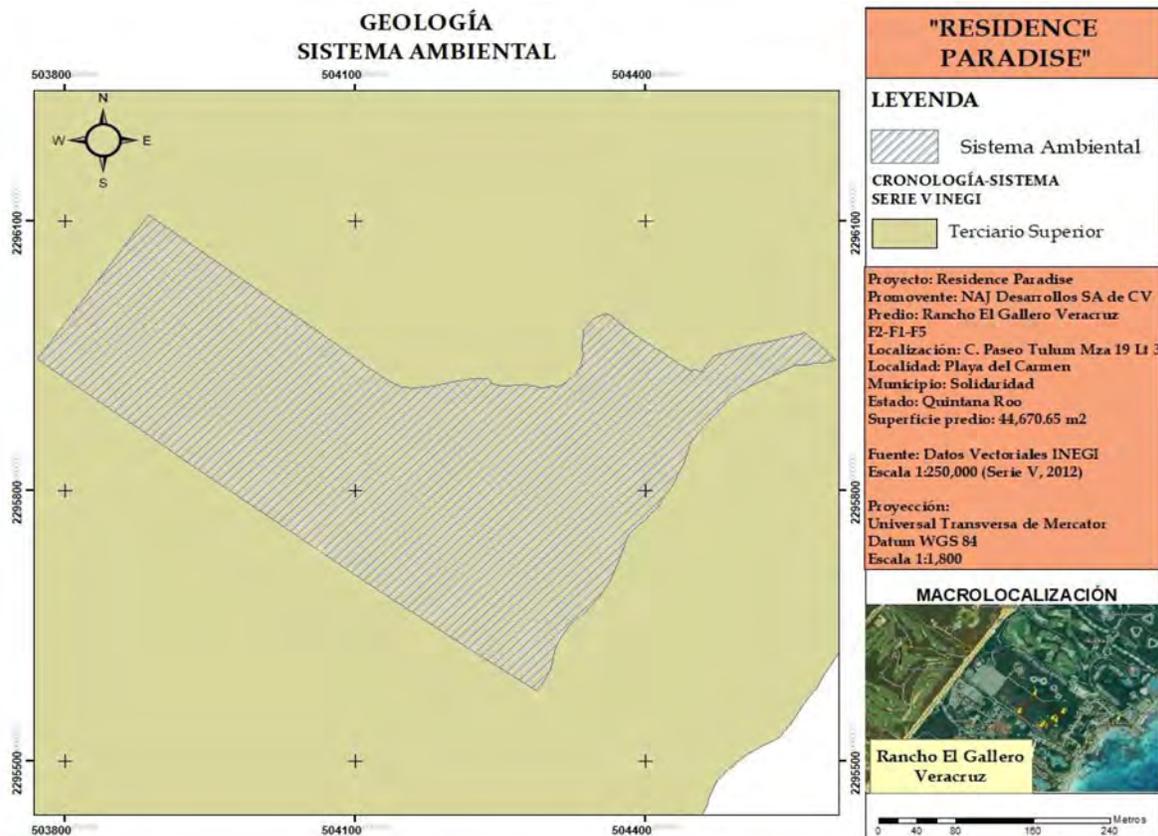
Debido a las tensiones a que está sometida la roca superficial y al efecto de la vegetación primaria, la coraza se encuentra muy agrietada e incluso se desprende en forma de bloques en la costa acantilada. Las grutas permiten la infiltración del agua hacia el *sascab*, provocando así, la erosión de tipo vertical formándose oquedades bajo la coraza fragmentada, que se hunde para formar dolinas y cenotes. Las dolinas se producen si los bordes tienen pendiente suave y se rellenan con sedimentos, mientras que los cenotes

tienen los bordes de sus hundimientos verticales y normalmente se encuentran llenos de agua.

Al igual que en la mayor superficie del Estado, en la Subcuenca RH32Aa, existe una mayor influencia de la formación de roca sedimentaria del Terciario Superior. Para la Subcuenca RH32Aa, las rocas que lo conforman son calizas de origen marino pertenecientes a la formación Felipe Carrillo Puerto, de edad Mioceno Superior-Plioceno, también se encuentran rocas del Terciario Superior. Las calizas presentes manifiestan gran fracturamiento, alta disolución y permeabilidad, por lo que constituyen un buen acuífero. La composición geológica del Estado puede resumirse en tres estratos fundamentales en términos de su edad, y sirven de basamento para la estructura geomorfológica del mismo, formación antigua (eoceno), formación de mediana edad (Oligoceno) y formación reciente (Cuaternario) (Fig. IV.8).

**Geología presente en el área del Sistema Ambiental**

Como se mencionó en capítulos anteriores, la mayor parte del Estado de Quintana Roo, este se encuentra conformado en su mayoría por roca sedimentario del Terciario Superior, y de acuerdo con lo descrito por el INEGI, la zona del Sistema Ambiental, presenta esta misma característica (Fig. IV.9).



**Figura IV.9 Geología del sistema ambiental del proyecto “Residence Paradise”.**

## Geomorfología

Quintana Roo, forma parte de una masa compacta muy poco fracturada, denominada "Losa de Yucatán", con escasas corrientes superficiales, pero abundantes ríos subterráneos, y ojos de agua. Desde el punto de vista geomorfológico, se considera que la Península de Yucatán, en su mayoría es de carácter platafórmico desde el Paleozoico; es decir, se trata de una formación básicamente sedimentaria, de gran espesor en la cual la roca volcánica original que formará la placa de Yucatán, se encuentra a gran profundidad, y cubierta en toda su extensión por calizas de distinta naturaleza, y antigüedad.

Esta gran placa, estuvo sumergida hasta el Triásico-Jurásico, periodo en el cual la deposición de carbonatos, se debió fundamentalmente a la deposición química natural de los océanos, y a la actividad bacteriana, y microorgánica de los mismos. Al inicio del Cretáceo se inicia la deposición de sales evaporativas, que dan lugar a la formación de grandes masas salinas. A partir del Terciario, y hasta el Plioceno-Cuaternario, la Península emerge, y toma su forma actual, donde la plataforma sigue desarrollándose por acreción, gracias a los crecimientos de los arrecifes coralinos, y las formaciones de tipo biostromal.

Cuando el agua se filtra por el suelo, se enriquece con dióxido de carbono, y se vuelve ligeramente ácida, lo cual actúa entonces, como agente erosivo de la roca caliza, la cual se debilita en extremo, y se producen hundimientos que dejan al descubierto las aguas subterráneas. De este modo se forman los característicos cenotes del Estado. Las principales formas cársticas que se presentan en el Estado, son geomorfologías que aparecen en cavidades subterráneas. Las sales disueltas por el agua, pueden volver a cristalizarse en determinadas circunstancias; por ejemplo, al gotear desde el techo de un cenote, o cueva se forman estalactitas y estalagmitas, o si el agua se estanca en una cavidad, se pueden producir geodas.

Sin embargo, la geomorfología fina de la Península, dista mucho de ser monótona, y refleja la gran cantidad, y diversidad de eventos geológicos por los cuales ha pasado la formación triásica original, para constituirse en lo que hoy es la parte emergida de la Península. En este conjunto de procesos, se incluyen los eventos tectónicos recientes, que dieron origen a las formaciones de fractura de la porción Suroriental del Estado, y que hoy se reconocen como el sistema de fracturas de la región Bacalar. Se observan las siguientes unidades geomorfológicas para el área comprendida por el Estado de Quintana Roo (INEGI, 2002):

- Mesas cársticas con diversos grados de disección fluvial
- Planicies inter montañas
- Planicies estructurales
- Valles cársticos
- Valles fluviales
- Superficies de acumulación temporal
- Superficies de acumulación permanente
- Superficies de acumulación marina
- Residuos de erosión diferencial

*Las mesas cársticas* se elevan sobre las planicies por una unidad de ladera con procesos fluviales. En el área dominan las mesas de desarrollo cárstico con distintos grados de disección fluvial. La formación de un *Paisaje Cárstico*, es aquella en donde dominan los procesos de disolución de las rocas calizas al contacto con las aguas pluviales. Las mesas están limitadas por contacto litológico, mismo que es evidenciado por fallas de orientación Noreste-Suroeste con rocas calizas del Mioceno y del Terciario Superior Plioceno-Mioceno. Las rocas calizas del Paleoceno constituyen el relieve con mayor energía y se desarrollan procesos cársticos, fluviales y fluvio-cársticos; sobre estas unidades litológicas, se denominan en general *Formas de Desarrollo Cárstico*.

*Las Mesas de intensa disección fluvial* se encuentran al Poniente, se caracterizan por presentar colinas simétricas de cimas redondeadas de por lo menos 50 metros de altura y laderas de pendientes fuertes donde predominan los procesos fluviales.

*Mesas de desarrollo fluvio-cárstico*, están formadas por un relieve menos pronunciado que las anteriores, también están constituidas por colinas y microvalles. Las colinas pueden alcanzar hasta 30 metros de altura y son evidentes las formas de evolución cárstica (dolinas y uvalas).

*Las Mesas de desarrollo cárstico fluvial* están presentes principalmente en el Centro y Oriente hacia la Zona Maya, José María Morelos y Felipe Carrillo Puerto; se caracterizan por presentar poco relieve, además, se observan colinas aisladas menores a los 20 metros de altura y laderas con poca pendiente.

*Las mesas niveladas*, son más extensas en la sección Sur, son mesas en las que la disección fluvial es prácticamente nula y se caracterizan como superficies que reciben los aportes hídricos superficiales en donde se infiltran debido al poco relieve y a la permeabilidad del terreno; en estas superficies se encuentran las áreas de inundación temporal y permanente.

*Las planicies estructurales*, son superficies cuya altitud se encuentra entre los 0 y los 100 msnm y se localizan en el Norte del Estado. Las zonas deprimidas en el área contienen depósitos aluviales cuaternarios producto de la disolución y el transporte de las rocas calizas, corresponden a materiales poco consolidados formados por gravas, arenas, limos y arcillas; pueden contener importantes escurrimientos epigeos sobre líneas de debilidad tectónica; en la formación subyacente, también presentan áreas de inundación prolongada, así como cuerpos lacustres de régimen permanente.

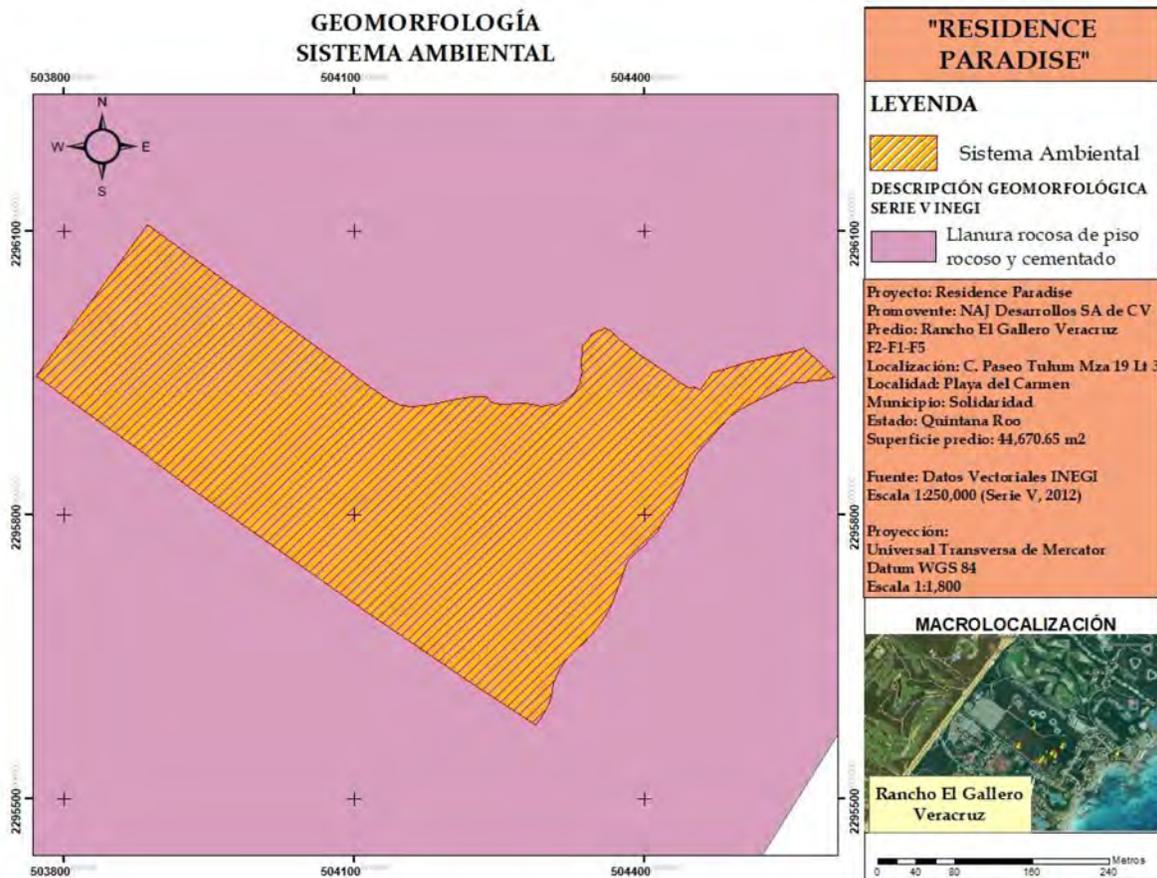
*Los valles fluvio cársticos* se presentan entre las mesetas de desarrollo cárstico y se caracterizan por presentar una topografía plana y estar surcadas por canales de escurrimiento superficial de régimen intermitente. También presentan superficies sujetas a inundación prolongada; su dinámica se caracteriza por el aporte de materiales provenientes de los talwegs (relieve erosivo producto de la disección fluvial), que se desarrollan sobre laderas y mesetas contiguas.

Los valles fluviales se ubican entre las mesetas cársticas. Se caracterizan por tener un canal superficial principal con algunos tributarios que drenan el área. Es probable que estos pequeños valles se desarrollen sobre líneas de debilidad tectónica que están siendo modeladas por la actividad fluvial, particularmente por el tipo de materiales que constituyen la base geológica de la estructura. El tipo de rocas corresponde a depósitos cuaternarios, al Sureste de esta unidad se aprecian algunos cuerpos de agua perennes y pertenecen a formas de disolución cársticas denominadas uvalas.

La karsticidad que se observa en Quintana Roo, es la misma que podemos apreciar en general en toda la Península de Yucatán; sin embargo, debido al escaso desarrollo agrícola que tiene el Estado, es posible a diferencia de lo visto en Yucatán, apreciar claramente las formaciones de tipo espumoso, que tiene el karst hacia la zona Sur, aspecto que nos da información relevante respecto a su edad, y confirmando la apreciación evolutiva mostrada por las estructuras geológicas mayores, y la información petrográfica disponible.

**Geomorfología presente en el área del Sistema Ambiental**

En el área del Sistema Ambiental del proyecto “Residence Paradise”, su geomorfología corresponde a “Llanura rocosa de piso rocoso o cementado (Fig. IV.10).



**Figura IV.10 Geomorfología del Sistema Ambiental del proyecto “Residence Paradise”.**

## **Fisiografía**

Nuestro país se divide en quince provincias fisiográficas; cada provincia tiene sus propias características geológicas y morfológicas. Quintana Roo, está enclavado en la provincia fisiográfica XI Península de Yucatán, la cual consiste en una gran plataforma de rocas calcáreas marinas que ha venido emergiendo del Mar Caribe desde hace millones de años.

La Península de Yucatán 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, y una ligera inclinación de sus pendientes, y de sus leves contrastes topográficos llegando a conformar parte de la provincia fisiográfica llamada Península de Yucatán.

De acuerdo con el Estudio Hidrológico (INEGI, 2002), el estado de Quintana Roo queda ubicado en esta provincia, misma que a su vez se divide en tres subprovincias:

- Carso y Lomeríos de Campeche
- Carso Yucateco
- Costa Baja de Quintana Roo.

### ***Carso y Lomeríos de Campeche***

Es la parte más elevada y corresponde al sur del estado. Aquí se encuentran los únicos cerros de Quintana Roo, "El Charro", "Nuevo Bécar" y "El Pavo". El paisaje está formado por lomeríos y pequeñas llanuras. La altitud desciende de poniente a oriente, en forma escalonada, desde 300 msnm, en el borde occidental del Estado hasta unos cuantos metros en el límite oriental. Es asiento de la única corriente superficial, el Río Hondo, que se origina en la unión del Río Azul, y el Bravo; este último hace su recorrido en territorio guatemalteco; al oeste, a poco más de un kilómetro, el Azul, que proviene de Guatemala, recibe el aporte del Río Ixnoha, que a su vez recibe aportaciones de arroyos menores, aunque su desarrollo es completamente del lado mexicano. La red de drenaje superficial sólo consta de algunos arroyos efímeros, de corto recorrido que fluyen hacia las lagunas.

### ***Carso Yucateco***

Ocupa la porción nororiente. Desde el punto de vista geomorfológico, es una planicie formada en una losa calcárea, con ligera pendiente hacia el oriente, y relieve ondulado; se alternan crestas y depresiones. Esta subprovincia fisiográfica, se distingue por su topografía cárstica, presenta desde pequeños huecos hasta grandes depresiones, cenotes o dolinas; casi en toda su extensión carece de sistema de drenaje superficial.

### ***Costa Baja de Quintana Roo***

Se extiende a lo largo del borde oriental; se caracteriza por su relieve escalonado que desciende de poniente a oriente, con reducida elevación sobre el nivel del mar. A lo largo de su borde sur y suroriental circula el Río Hondo. En esta Subprovincia existen grandes

cenotes, como el Cenote Azul; varias lagunas: Bacalar, San Felipe, La Virtud, Chi le Verde y Laguna Guerrero, entre otras, y vastas áreas inundables, algunas permanentes casi todo el año.

En la SubCuenca RH32Aa, se encuentran presentes dos de las tres Subprovincias descritas anteriormente: Carso Yucateco, y Carso y Lomeríos de Campeche. Como se puede observar en la Figura IV.11, la Subprovincia Carso Yucateco, es la que se abarca, casi en su totalidad la superficie de la Subcuenca RH 32Aa.

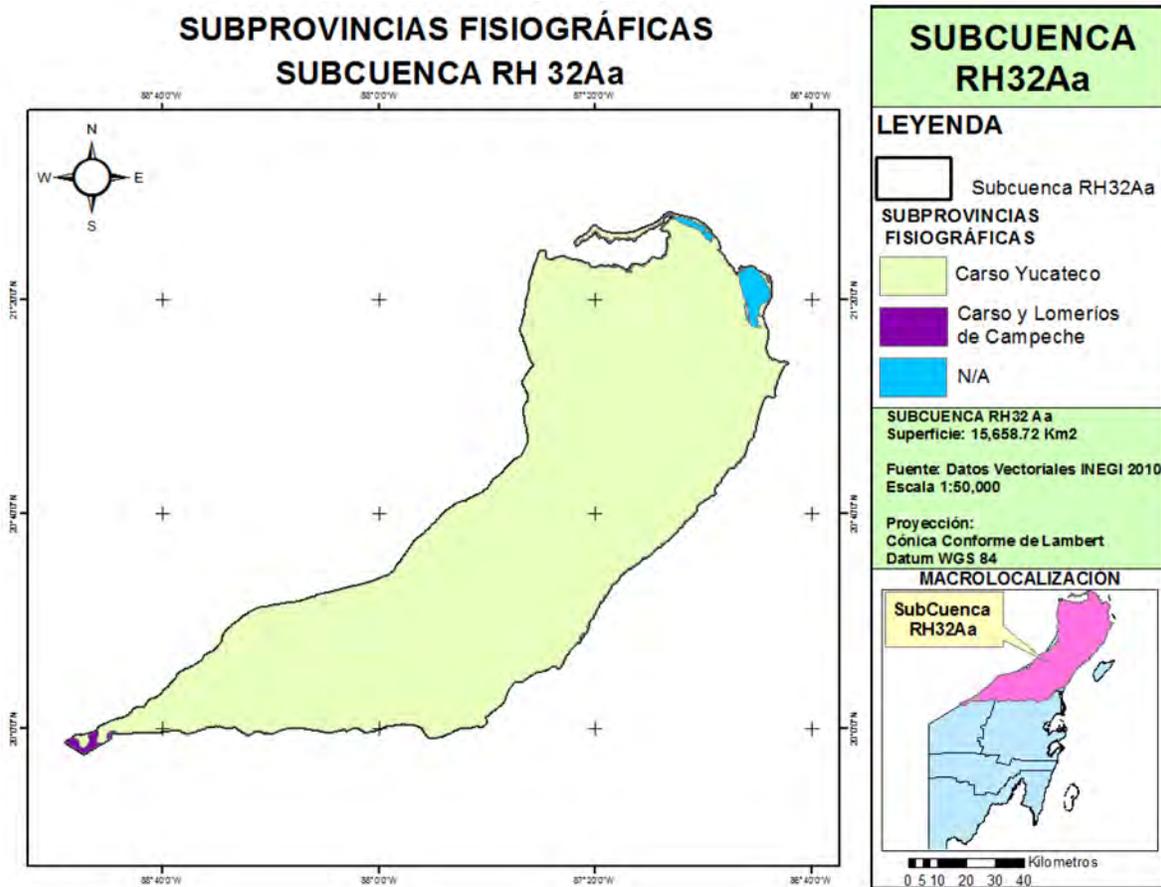


Figura IV.11. Fisiografía presente en la Sub Cuenca RH32Aa (INEGI, 2010).

### Fisiografía presente en el área del Sistema Ambiental

De acuerdo con lo que ha sido descrito, la subprovincia fisiográfica que se presenta en el área delimitada para el Sistema Ambiental del proyecto “Residence Paradise”, corresponde a Carso Yucateco (Fig. IV.12), lo anterior dado que casi la totalidad de la subcuenca RH 32Aa, se encuentra dentro de esta subprovincia fisiográfica. Es característica de esta subprovincia el estar conformada de roca caliza, lo anterior de igual forma derivado de su cercanía y/o colindancia con la línea de costa del Mar Caribe.

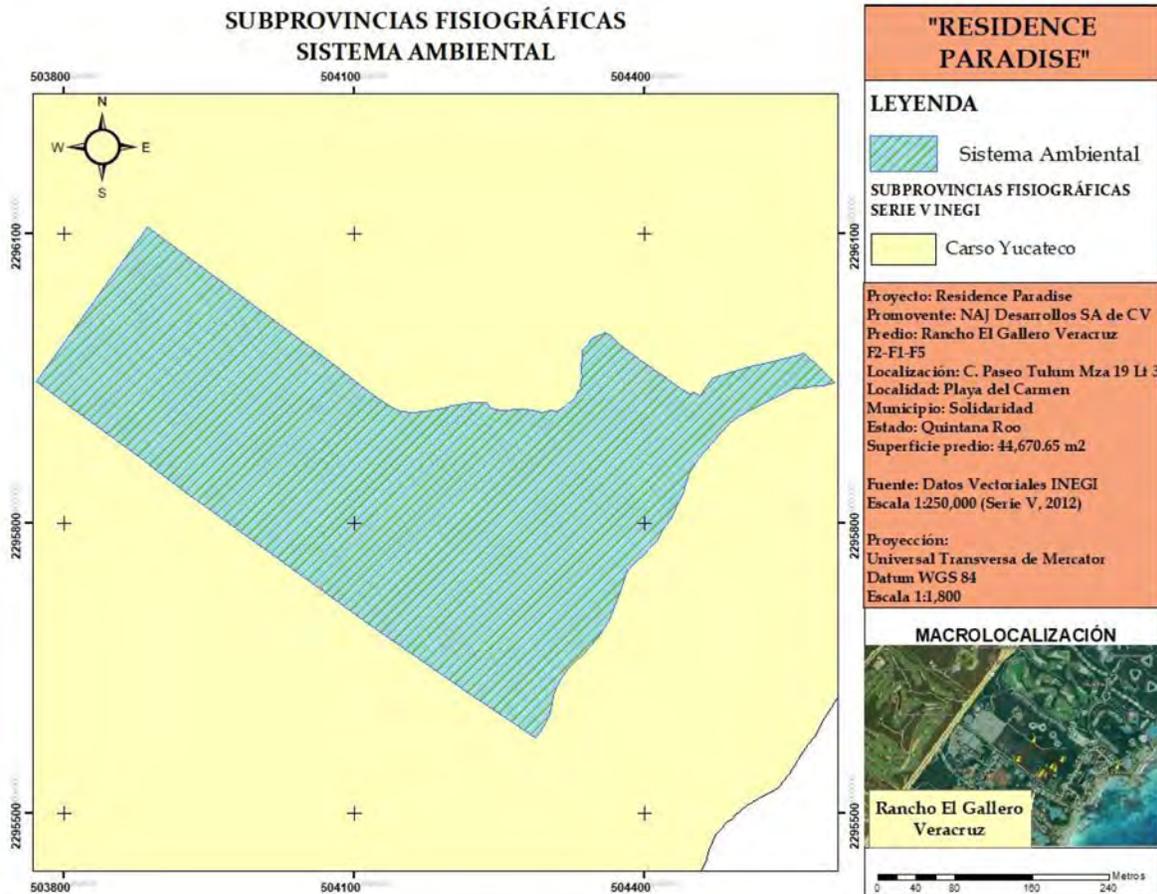


Figura IV.12 Fisiografía del sistema ambiental del proyecto "Residence Paradise".

**Tipo de Suelo**

De acuerdo con la modificación al sistema de clasificación de la FAO – UNESCO, realizada por el INEGI en 1985; en el estado de Quintana Roo se presentan las siguientes unidades taxonómicas de suelo (Tabla IV.2).

**Tabla IV.2. Unidades taxonómicas de suelo que se presentan en la Península de Yucatán.**

SÍMBOLO	UNIDAD	DEFINICIÓN DE UNIDADES DOMINANTES
G	GLEYSOL	Suelo formado por materiales no consolidados que muestran propiedades hidromórficas. Con horizonte A hístico, B cámbico, cálcico a gypico. Carece de alta salinidad.
I	LITOSOL	Suelo sin horizontes de diagnóstico, limitado por un estrato duro, continuo y coherente, de poco espesor. **2
L	LUVISOL	Suelo con horizonte B argílico que presenta una saturación de cationes mayor del 50%. **3
N	NITOSOL	Suelo con horizonte B argílico que contiene por lo menos 55% de arcilla hasta 150 cm de profundidad. Con horizonte ócrico o mólico.

SÍMBOLO	UNIDAD	DEFINICION DE UNIDADES DOMINANTES
R	REGOSOL	Suelo sin horizontes de diagnóstico. En ocasiones desarrolla un horizonte ócrico incipiente. **4
E	RENDZINA	Suelo con horizonte A mólico que sobreyace directamente a un material calcáreo, con un contenido de carbonato de calcio mayor del 40%. Presenta menos de 50 cm de espesor. **2
Z	SOLONCHAK	Suelo derivado de materiales con propiedades flúvicas. Durante parte del año contiene alta salinidad en los primeros 30 cm de profundidad. Puede presentar los siguientes horizontes: A, hístico, B cámbico, un cálcico o gypsico.
V	VERTISOL	Suelo derivado de materiales con propiedades flúvicas. Durante parte del año contiene alta salinidad en los primeros 30 cm de profundidad. Puede presentar los siguientes horizontes: A, hístico, B cámbico, un cálcico o gypsico.

En la Subcuenca RH32Aa, donde se ubica el predio del proyecto, hay una diversa variedad de suelos, pero el tipo de suelo predominante es la Rendzina. De acuerdo con lo descrito por el INEGI, en la RH32Aa se presentan 7 unidades de suelo: Gleysol, Litosol, Luvisol, Regosol, Rendzina, Solonchak y Vertisol (Fig. IV.13).

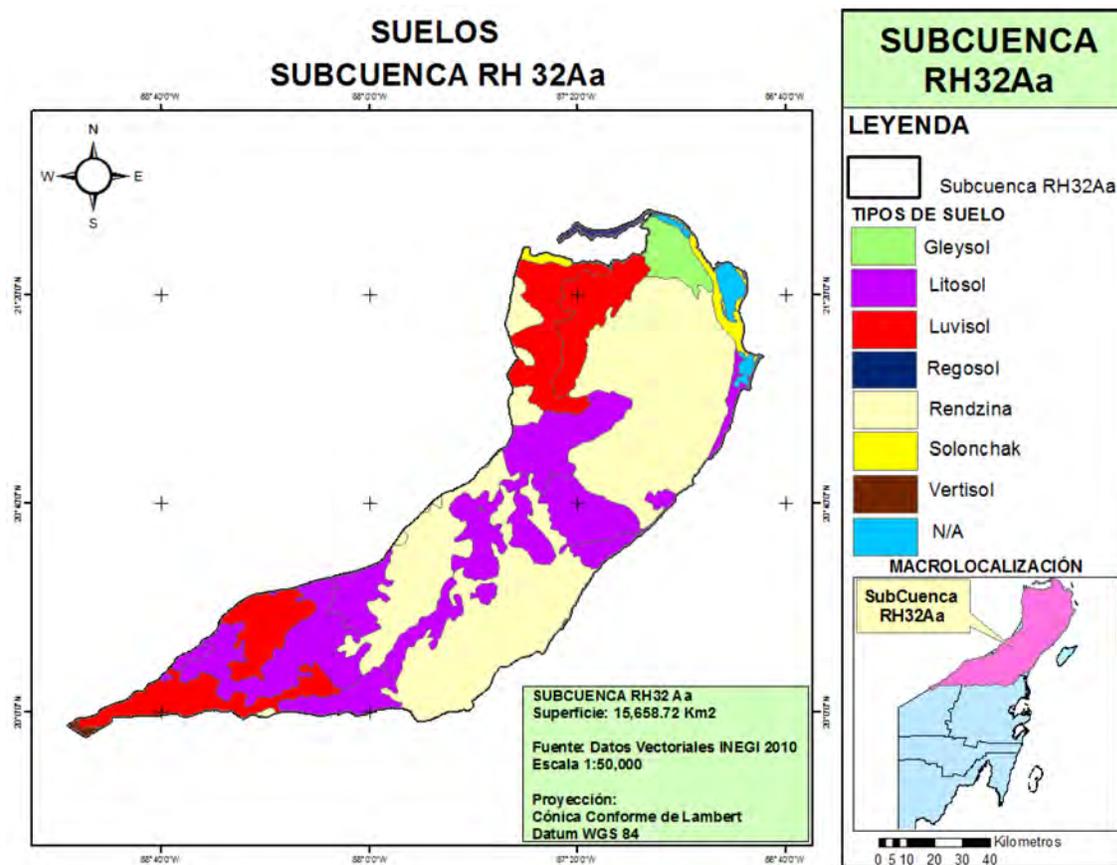


Figura IV.13. Tipos de Suelos presentes en la Sub Cuenca RH32Aa (INEGI, 2010).

A continuación, se describen los tipos de suelos que se presentan en las Subcuenca RH 32Aa.

### ***Gleysol (GL)***

De la palabra local rusa *gley*: masa de suelo pastosa, pantanoso, connotativo de un exceso de agua. Nombre equivalente en la clasificación maya: Akalché. Son suelos húmedos característicos de las depresiones de las regiones con climas húmedos. Son pantanosos o inundados a menos de 50 cm de profundidad la mayor parte del año, debido al ambiente reductivo, los horizontes superficiales desarrollan coloraciones grises, azulosas o verdosas. Se forman a partir de materiales no consolidados y de los depósitos aluviales que presentan propiedades flúvicas; muestran moteados, propiedades gléicas, sus horizontes de diagnóstico son un horizonte A, un horizonte H hístico, un horizonte B cámbrico y un horizonte cálcico. Los Gleysoles se encuentran distribuidos principalmente en las partes bajas de las planicies, en depresiones o bajos con pendientes menores al 1%. Se ubican en el municipio de Othón P. Blanco; se localizan unas áreas importantes al Norte del municipio de Isla Mujeres, Lázaro Cárdenas y en el extremo Este del municipio de Felipe Carrillo Puerto. Estos suelos se localizan con vegetación de Selva Baja Subcaducifolia, Selvas Bajas Inundables, Sabanas, Tasistales y Tintales (Ceballos, 1993).

### ***Litosol***

Del griego lithos: piedra. Literalmente, suelo de piedra. Son los suelos más abundantes del país pues ocupan 22 de cada 100 hectáreas de suelo. Se encuentran en todos los climas y con muy diversos tipos de vegetación, en todas las sierras de México, barrancas, lamerías y en algunos terrenos planos. Se caracterizan por su profundidad menor de 10 centímetros, limitada por la presencia de roca, tepetate o caliche endurecido. Su fertilidad natural y la susceptibilidad a la erosión son muy variables dependiendo de otros factores ambientales. El uso de estos suelos depende principalmente de la vegetación que los cubre. En bosques y selvas su uso es forestal; cuando hay matorrales o pastizales se puede llevar a cabo un pastoreo más o menos limitado y en algunos casos se destinan a la agricultura, en especial al cultivo de maíz o el nopal, condicionado a la presencia de suficiente agua. No tiene subunidades; se ubica en las zonas colindantes a la Bahía de Chetumal.

### ***Luvisol (L)***

En el estado los luvisoles son poco variables en lo que toca a su morfología general, tienen un contenido de materia orgánica de 5 a 6%, son de textura fina con más de 40% de arcilla, estos suelos, tienden a la neutralidad con valores un poco alcalinos o ácidos, por lo general existe buen drenaje. El Luvisol crómico se encuentra principalmente en los límites con el estado de Yucatán en dos áreas: una en los alrededores de Dziuché al noroeste, en combinación con Litosol y Rendzina de textura fina y la otra en Kantunilkín, al norte, en alternancia con Vertisol pélico, sólo o asociado con Litosol; es de textura fina y alta permeabilidad.

### ***Regosol***

Del griego reghos: manto, cobija o capa de material suelto que cubre a la roca. Suelos ubicados en muy diversos tipos de clima, vegetación y relieve. Tienen poco desarrollo y por ello no presentan capas muy diferenciadas entre sí. En general son claros o pobres en materia orgánica, se parecen bastante a la roca que les da origen. En México constituyen el segundo tipo de suelo más importante por su extensión (19.2%). Muchas veces están asociados con Litosoles y con afloramientos de roca o tepetate. Frecuentemente son someros, su fertilidad es variable y su productividad está condicionada a la profundidad y pedregosidad.

### ***Solonchaks (SC)***

Del ruso sol, sal y chak, connotativo de área salina. Son suelos alcalinos con alto contenido de sales en alguna capa a menos de 125 cm de profundidad. Acumulación de sal soluble. No muestran propiedades flúvicas; tienen un horizonte A, un horizonte H hístico, un horizonte B cámbrico, un horizonte cálcico o uno gypico. En Quintana Roo se localizan a lo largo de toda la costa desde Punta Caracol hasta el Sur de Xcalak, destacando una zona amplia en los alrededores de Laguna Muyil y en la costa de Cozumel.

### ***Vertisoles (VR)***

Los Vertisoles son suelos de arcillas pesadas revueltas con una alta proporción de arcillas expandibles 2:1. En estos suelos forman profundas y anchas grietas (las cuales se abren y cierran periódicamente) desde la superficie del suelo cuando se seca, lo cual sucede la mayoría de los años. El nombre Vertisoles (del L. vertere, dar la vuelta) se refiere a los constantes movimientos internos del material del suelo.

Definición de Vertisoles. Suelos que tienen:

1. Un horizonte vértico dentro de los 100 cm. desde la superficie del suelo
2. Después de que los 20 cm. superiores han sido mezclados, 30% o más de arcilla en todos los horizontes o hasta una profundidad de 100 cm. o más, o hasta una capa con contraste textural entre 50 y 100 cm (por ejemplo, un contacto lítico o paralítico, o un horizonte petrocálcico, petrodúrico, ó petrogípsico, o una discontinuidad sedimentaria)
3. Grietas de contracción. Una grieta es una separación entre poliedros gruesos. Si la superficie del suelo está fuertemente descompuesta ("grúmico") o si el suelo es cultivado mientras las grietas están abiertas, estas pueden rellenarse con material granular de la superficie, pero permanecen abiertas en el sentido de que los poliedros están separados.

### Características Morfológicas

Los Vertisoles tienen perfiles A (B) C; el horizonte A comprende ambos, la superficie estructurada (o corteza) y el horizonte estructurado subyacente que cambia sólo gradualmente con la profundidad. El suelo sub superficial con una clara estructura vértica conforma la definición de un horizonte vértico, pero no está siempre claro donde termina el horizonte A y donde empieza el horizonte B. Características morfológicas importantes, tales como: el color del suelo, textura, composición de los elementos, etc., suelen ser muy uniformes a través del solum. Existe dificultad para cualquier movimiento de los componentes solubles o coloidales. (Cuando tal transporte ocurre, la pedoturbación lo contrarresta). Un horizonte cálcico o una concentración de calcáreo suave y pulverulento puede presentarse en o por debajo del horizonte Vértico. Puede presentarse también yeso, distribuido uniformemente en la matriz del suelo o en concreciones cristalinas.

### Características Físicas

Los Vertisoles con una fuerte pedoturbación tienen una distribución uniforme de tamaño de partículas a través del solum, pero la textura puede cambiar abruptamente donde se alcanza el sustrato. Los Vertisoles secos tienen una consistencia muy dura; siendo muy plásticos y pegajosos en húmedo. Es generalmente cierto que sólo son friables en un estrecho rango de humedad, pero sus propiedades físicas son fuertemente influenciadas por la presencia de sales solubles y/o sodio adsorbido. La infiltración del agua en los Vertisoles secos (agrietados), con una superficie estructurada es inicialmente rápida. Sin embargo, una vez que la superficie del suelo se encuentra totalmente humedecida y las grietas se han cerrado, el índice de infiltración de agua se vuelve casi nulo. (El proceso de expansión/encogimiento indica que los poros son discontinuos y no permanentes). Si, en esta etapa, la lluvia continúa (o el riego se prolonga), estos suelos se inundan rápidamente. Los índices de infiltración más altos se han encontrado en Vertisoles que tienen una capacidad considerable de expansión/encogimiento, pero mantienen una relativamente fina clase de estructura. No sólo las grietas transmiten el agua desde las (primeras) lluvias, sino también los espacios abiertos entre las superficies de los pedos con slickensides que se han desarrollado como pedos encogidos. Los datos sobre la capacidad de retención de agua de los Vertisoles varían ampliamente, lo cual puede ser atribuido al dinamismo complejo de los espacios de poros. El agua es adsorbida en la superficie de las arcillas y retenida entre las capas ("latices") de sus cristales. Por lo general, se trata de suelos con buenas propiedades de retención de agua. Sin embargo, una gran proporción de toda el agua de los Vertisoles y principalmente el agua retenida entre las unidades de cristal básico, no se encuentra disponible para ser absorbida por las raíces de las plantas. Investigaciones en el Gezira, Sudán han mostrado que la humedad del suelo contenida en la parte media de las grietas grandes, cambia muy poco, incluso, cuando la planicie arcillosa es inundada por varios días o aun varias semanas. El contenido de humedad de los suelos disminuye gradualmente desde más del 50% en los 20 cm. de la capa superior al 30% a 50 cm de profundidad. Bajo los 100 cm., el contenido de humedad del suelo permanece casi invariable durante todo el año.

### Características Químicas

La mayoría de los Vertisoles tiene una alta capacidad de intercambio catiónico (CIC) y un alto porcentaje de saturación de bases (PSB). La reacción del suelo varía entre débilmente ácida a débilmente alcalina; los valores de pH oscilan entre 6.0 a 8.0. Valores más altos de pH (de 8.0 a 9.5) fueron medidos en estos suelos con mucho sodio intercambiable. La CIC del material del suelo (en 1 M NH<sub>4</sub>OAc a pH de 7.0) alcanza comúnmente valores entre 30 y 80 cmol (+)/ kg de suelo seco; la CIC de la arcilla es del orden de 50 m a 100 cmol (+)/kg de arcilla. El porcentaje de Saturación de Bases es mayor de 50% y a menudo cercano al 100% con Ca<sup>2+</sup> y Mg<sup>2+</sup> ocupando más del 90% de los sitios de intercambio; la relación Ca/Mg es normalmente entre 3 y 1. Vertisoles Sálícos y Nátricos son comunes en las partes más áridas de la cobertura de estos suelos. En algunos sitios, la sodicidad ocurre también en áreas de alta precipitación, por ejemplo, en depresiones endorreicas. El efecto de la sodicidad sobre las propiedades físicas es todavía motivo de debates. Como se señaló anteriormente, las arcillas- Na tienen una mayor tensibilidad y esfuerzos de cizalla que las arcillas-Ca y un alto porcentaje de sodio intercambiable (PSI) está asociado con una estructura de suelo de clase relativamente gruesa.

El efecto que un alto PSI tiene sobre la doble capa difusa (doble capa amplia, por lo tanto, baja estabilidad estructural) es compensada por la alta fuerza iónica de la solución del suelo en los Vertisoles que son ambos, salino y sódico. La dispersión de arcillas acompañada por el movimiento de estas, la normal consecuencia de la alta saturación de sodio en los suelos de arcilla, no pueden tomar lugar sobre el conteo de la baja conductividad hidráulica y el bajo volumen de suelo que se ha saturado con agua. La salinidad en Vertisoles puede ser heredada del material parental o puede ser causada por la irrigación. La infiltración del exceso de sales es difícilmente posible. Es, sin embargo, viable, el lavado de las sales que se han precipitado sobre las paredes de las grietas. La infiltración de las sales de la superficie de los cultivos de arroz en la India fue alcanzada al evacuar el excedente de agua a intervalos regulares. Existen fuertes indicios de que el barbecho anual observado en un esquema de riego y de rotaciones de cultivos, en el Gezira/Manaquil, en Sudán, resulta ser indispensable para mantener un nivel bajo de salinidad en la superficie del suelo.

### ***Rendzinas***

Las Rendzinas son suelos someros que producen ruido con el arado por su pedregosidad. Estos suelos se presentan en climas semiáridos, tropicales o templados. Se caracterizan por tener una capa superficial abundante en materia orgánica y muy fértil que descansa sobre roca caliza o materiales ricos en cal. Generalmente las rendzinas son suelos arcillosos y poco profundos -por debajo de los 25 cm- pero llegan a soportar vegetación de selva alta perennifolia. En el estado de Yucatán se utilizan también para la siembra de henequén con buenos rendimientos y para el maíz con rendimientos bajos. Si se desmontan se pueden usar en la ganadería con rendimientos bajos a moderados, pero con gran peligro de erosión en laderas y lomas. El uso forestal de estos suelos depende de la vegetación que presenten. Son moderadamente susceptibles a la erosión, no tienen subunidades

### Tipo de Suelo presente en el área del Sistema Ambiental

Como ha sido descrito en el presente apartado, en la Subcuenca RH32Aa, en la mayor parte de su superficie se presenta el Tipo de Suelo denominado "Rendzina", el cual es el tipo de suelo que se presente en el área del Sistema Ambiental del proyecto "Residence Paradise" (Fig. IV.14).

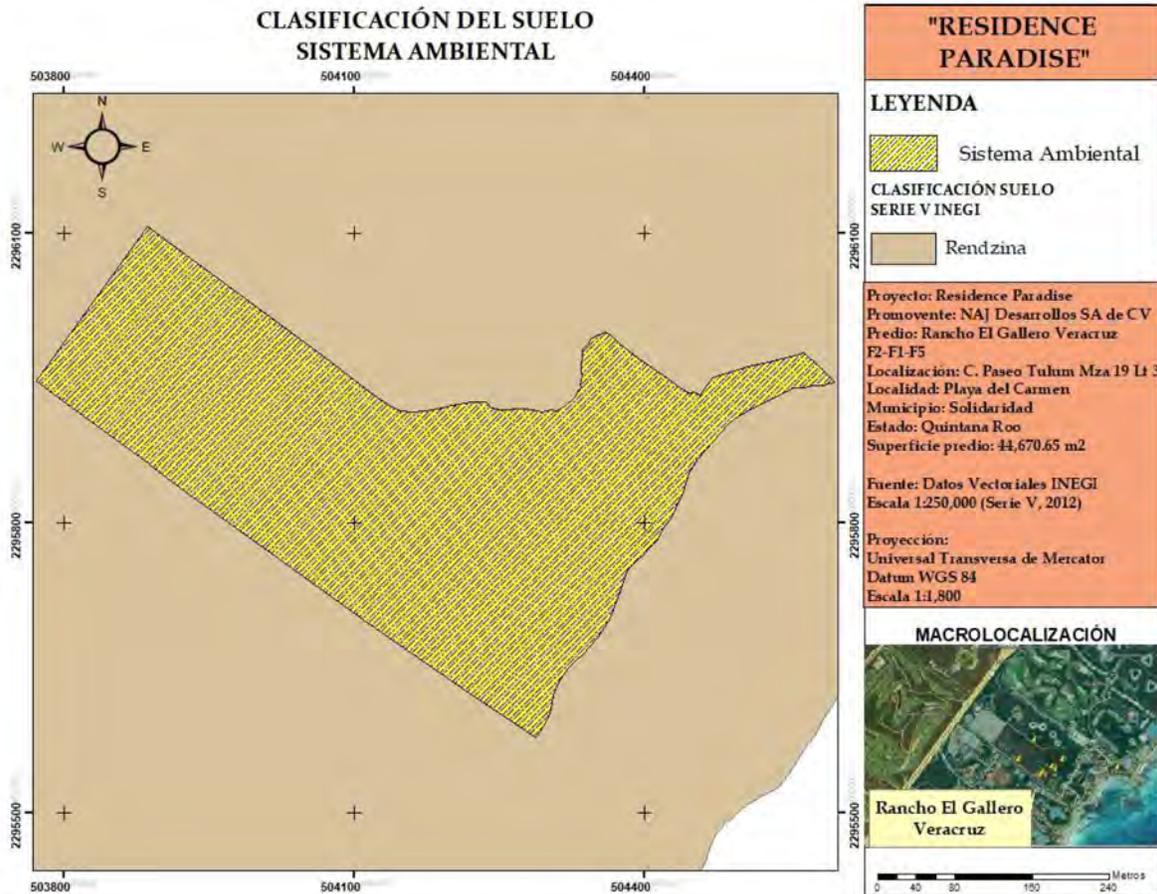


Figura IV.14 Clasificación del suelo presente en el área del sistema ambiental del proyecto "Residence Paradise".

### Estado de Conservación del Suelo

Respecto al estado de conservación del suelo presente en el área de la Sub Cuenca RH32Aa, en la cual se encuentra inmerso el predio del proyecto, se presenta la siguiente información:

De acuerdo con lo indicado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), en el Informe de la Situación del Medio Ambiente en México (2002), solamente se reconocen dos ecosistemas como sumamente frágiles, y se trata de las zonas secas, y las zonas de montaña. Derivado de lo anterior, en los planos de Proceso de Degradación del Suelo elaborados por la SEMARNAT, se puede identificar que la mayor parte del Estado de

Quintana Roo, y en específico en la zona del en la cual se encuentra el predio del proyecto, no existen áreas con degradación del suelo, clasificándola sin degradación aparente (Fig. IV.15).

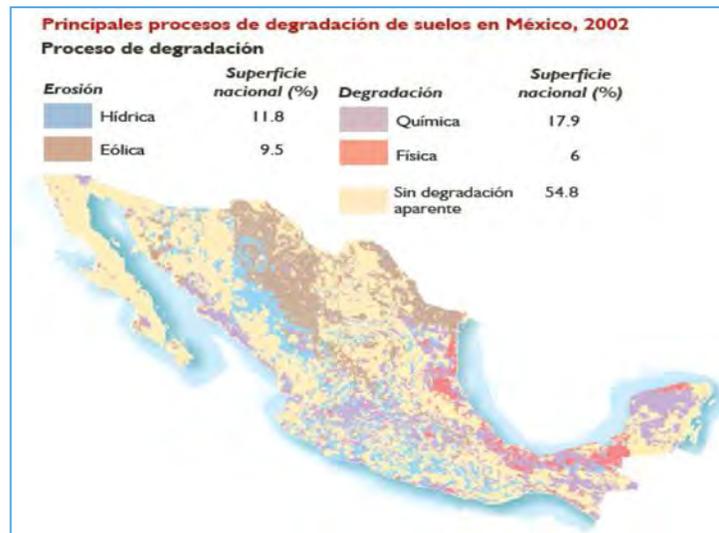
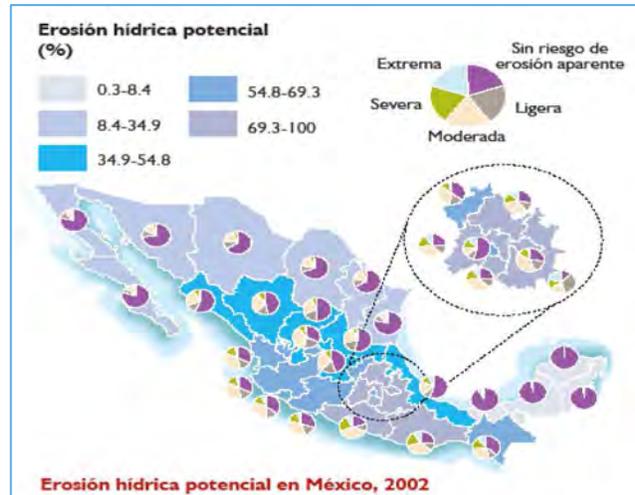
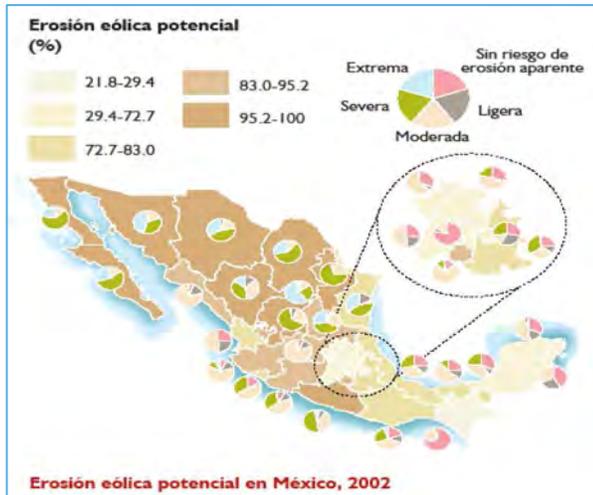


Figura IV.15. Principales procesos de degradación en los Suelos de México (SEMARNAT, 2002).

En cuanto a los procesos de erosión del suelo, toda la península queda establecida como área sin riesgo de erosión hídrica y/o eólica aparente (Figs. IV.16 y IV.17).



Figuras IV.16 y IV.17. Erosión potencial del Suelo Eólica e Hídrica de México (SEMARNAT, 2002).

Derivado de la información presentada, se puede indicar que el suelo presente en la subcuenca RH32Aa en la cual se encuentra inmerso el predio del proyecto, se encuentra en buen estado de conservación, lo anterior derivado de la geomorfología del Estado de Quintana Roo, el cual presenta un relieve plano, con una escasa elevación, dado que la altitud promedio es de 10 metros, por lo que no se presentan montañas, aunque existe una leve inclinación que se presenta hacia el Mar Caribe (CONAFOR, 2013).

## Hidrología

Una de las características más notables de la Península de Yucatán, (incluyendo al Estado de Quintana Roo) es la ausencia de corrientes superficiales de agua dulce, derivado de sus características geológicas y morfológicas, el escaso relieve y la alta permeabilidad de la roca calcárea.

En la mayor parte de la Península de Yucatán, debido a sus características edáficas y litográficas, no se desarrollan corrientes superficiales, por lo que la porción del agua de precipitación que resta a la evaporación, y a la que es absorbida por las plantas, satura el terreno, colma el bajo relieve y se infiltra, en el subsuelo, dando origen a las aguas subterráneas en cavernosidades de desarrollo muy complicado, formadas por la disolución de las rocas en las propias aguas infiltradas y regidas según las zonas de menor resistencia de las rocas, y por las fracturas existentes; favorecido además este fenómeno por el pequeño espesor de los suelos, y la espesa cobertura vegetal; el agua subterránea se pone en circulación a través de dichas fracturas, y conductos de disolución estableciendo un sistema de redes fluviales subterráneas, que van a dar a profundas cavernas de disolución cárstica, previamente iniciadas por un tectonismo antiguo muy eficiente, moviéndose de las zonas de mayor precipitación hacia la costa, donde se realiza la descarga natural del acuífero, alimentando de paso a los esteros y lagunas costeras, incluso llegando a producir descargas de agua dulce al mar.

Por carecer de corrientes superficiales, el subsuelo es la única fuente permanente de agua dulce; de aquí se desprende la importancia del agua subterránea en la entidad, pues es el recurso que complementa a las aguas meteóricas en la práctica de la agricultura y el que sustenta el desarrollo de los demás sectores. Gracias a la abundante precipitación pluvial de la región y a las peculiares características topográficas y geológicas de la península yucateca, el volumen renovable del acuífero es muy superior a las demandas de agua esperadas a largo plazo.

### *Embalses y cuerpos de agua*

Para la zona Norte de la cuenca Quintana Roo, los cuerpos de agua son: el sistema lagunar Nichupté y la laguna Corchalito. Cerca de la ciudad de Cancún y a unos 5 km. Al noreste se localiza el Sistema Lagunar Nichupté a los 21°06' N y 86°47', el cual se forma por siete cuerpos de agua (Laguna Bojóquez, cuenca Norte, cuenca Centro, cuenca Sur, Laguna de Somozaya, Laguna Mediterránea y río Inglés), cubre un área de 21 km. de largo y 12 km. de ancho y posee una profundidad no mayor a 4 m. Todas las lagunas se encuentran interconectadas por medio de canales. Además de que este sistema posee conexión directa con el mar por medio de dos canales dragados (Canal Cancún y Canal Nizuc). El Sistema Lagunar de Nichupté se alimenta por medio del agua que proviene del manto freático, misma que aflora por medio de cenotes. El principal uso que se da al Sistema Lagunar de Nichupté es para la navegación de embarcaciones turísticas, jets kys, etc.

En la Sub Cuenca RH32 Aa “Quintana Roo”, el manto acuífero se explota en varios cientos de pozos de captación, la mayor parte de éstos se localizan en las porciones Centro-Oriental y Norte de la entidad. Para la zona Norte el número de pozos existentes es de 80, de los cuales 77, son para la ciudad de Cancún, y los restantes son para las localidades de Leona Vicario, Puerto Morelos y Central Vallarta con uno cada uno.

**Hidrología presente en el área del Sistema Ambiental**

Dentro del área que comprende el Sistema Ambiental del proyecto “Residence Paradise”, fueron identificados cuatro cuerpos de agua, determinándose como cenotes, los cuales son cuerpos de agua subterráneo, que debido a las características kársticas de la zona son comúnmente encontrados.

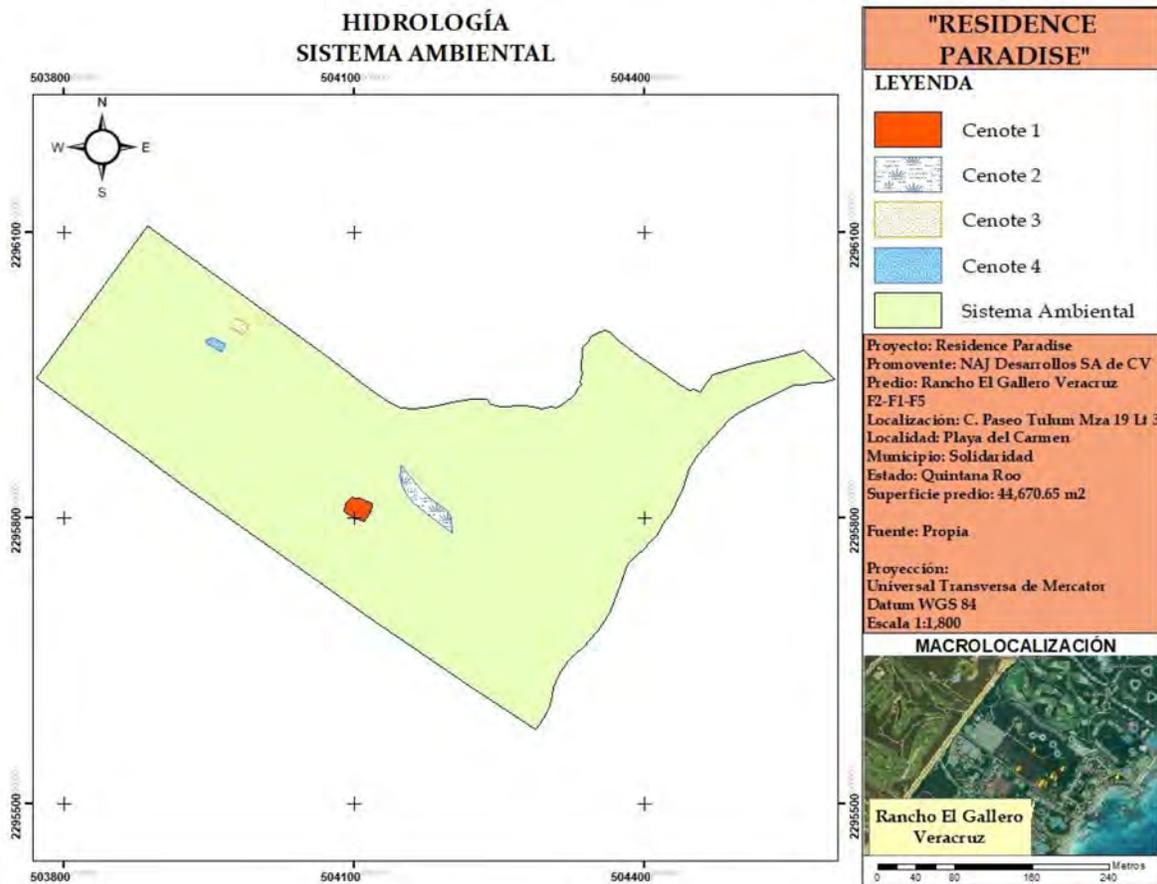


Figura IV.18 Cuerpos de Agua dentro del sistema ambiental del proyecto “Residence Paradise”.

**IV.2.2 Medio biótico**

**Vegetación**

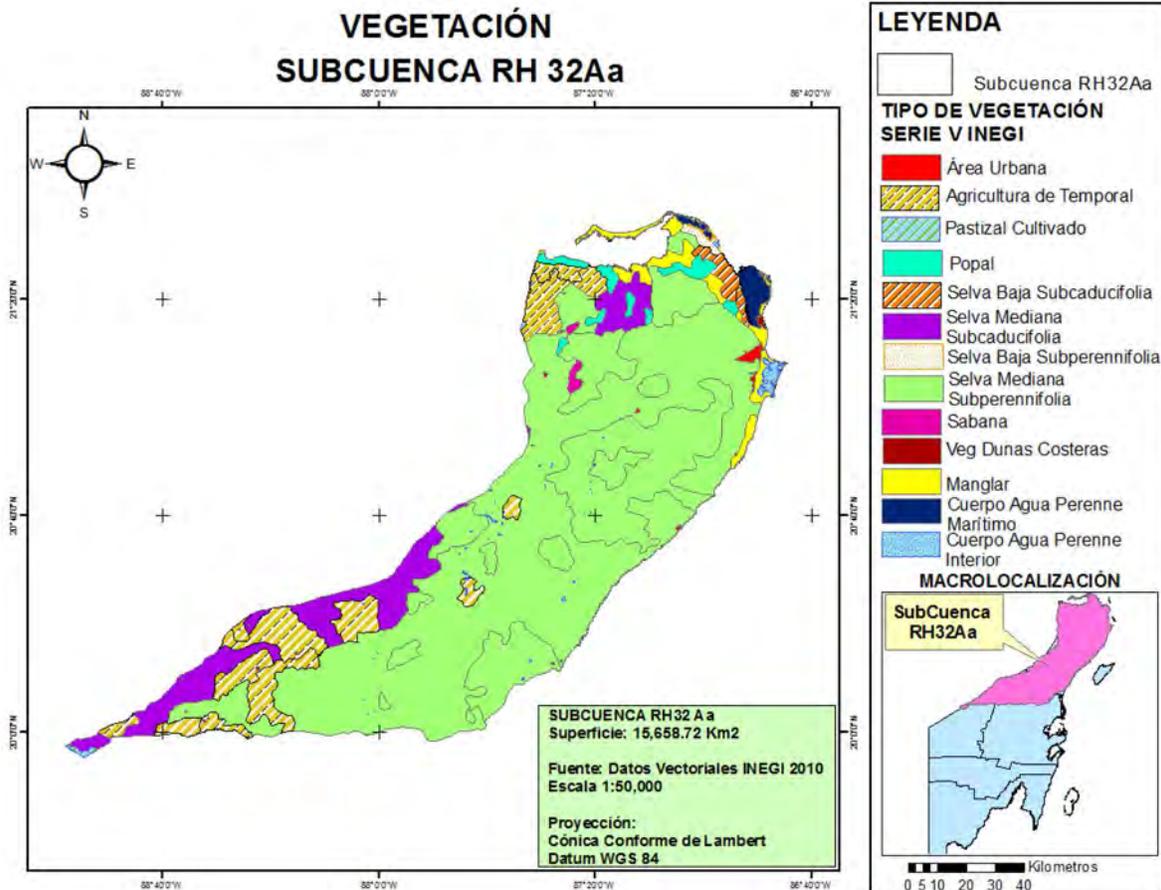
En Quintana Roo, la riqueza de ecosistemas está presente a través de toda su geografía, siendo los de tipo selvático los dominantes. Estos bosques tropicales usualmente presentan

una estructura compleja que se manifiesta en la distribución de especies en distintos estratos. Los elementos arbóreos manifiestan amplias copas, mismas que al entremezclarse unas con otras llegan a integrar un paisaje sumamente denso. Esta intrincada relación hace que el aprovechamiento de las especies, o la caída natural de los árboles sean eventos masivamente destructivos.

El valor de la vegetación en el Estado no solamente está representado en las selvas, sino también en los ecosistemas costeros, en los que se manifiesta una vegetación que alcanza una menor altura y que están representados por una serie de ecosistemas en donde se ve claramente la influencia de la línea litoral. De esta manera, se da lugar a la vegetación de duna costera, selva baja y los manglares, que son zonas de exuberante belleza donde se desarrolla el motor económico de la región, y actividades turísticas.

*Miranda (1958)*, señaló que en Quintana Roo, se distribuían tres importantes tipos de vegetación. Asimismo, se menciona que estas comunidades vegetales fueron definidas como agrupaciones primarias óptimas; es decir, correspondientes con grandes áreas cubiertas de vegetación natural cuya característica primordial es que no estaban sujetas a la modificación por las actividades humanas. La distribución de la vegetación del Estado fue representada mediante un plano general, en donde se señaló a la *Selva Alta (o Mediana) Subperennifolia* como aquella de más amplia distribución, ya que se extendía en prácticamente el 90 % de la superficie del Estado, la cual comprende desde la zona muy al Norte de Puerto Juárez, y se extiende hacia el Sur incursionando dentro del territorio de los países de Guatemala y Belice.

De manera particular dentro de la Subcuenca RH32Aa "Quintana Roo", se encuentran los siguientes tipos de vegetación y usos de suelo: Selva mediana subperennifolia (74.08 %), Selva mediana subcaducifolia (8.51 %), Vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia (5.12 %), Vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia (5.03 %), Manglar (2.44 %), Popal (1.61 %), Selva baja subcaducifolia (0.91 %), Cuerpo de agua perenne interior (0.42 %), Cuerpo de agua perenne marino (0.36 %), Selva baja subperennifolia (0.32 %), Área urbana (0.31 %), Sabana (0.28 %), Duna costera (0.05 %), Pastizal cultivado (0.04 %), Agricultura de Temporal (0.52%), tal como se puede observar en la Figura IV.19. Es importante señalar que la vegetación predominante es la de Selva Mediana Subperennifolia.



**Figura IV.19. Uso de Suelo y Tipos de Vegetación presentes en la Subcuenca RH32Aa (INEGI 2010).**

A continuación, se describen los tipos de vegetación que se presentan en la Subcuenca RH 32Aa.

**Selva Mediana Subperennifolia.** La zona de Selva Mediana Subperennifolia que se encuentra en la Península de Yucatán, y en esta subcuenca, presenta una composición florística diferente al resto de la encontrada en otras partes del país. Siguen como especies abundantes *Brosimum alicastrum* y *Manilkara zapota*. Miranda (1958) citado por Pennington (2005), considera tres variantes para este tipo de vegetación en la península: 1) la selva con *Manilkara zapota*, *Bucida buceras* y *Crysophila argentea* (guano kum) en la que se encuentran como componentes arbóreos principales *Alseis yucatanenses*, *Exothea diphylla* (Guayamcox), *Dendropanax arboreus*, *Maclura tinctoria*, *Pouteria reticulata*, *Pseudobombax ellipticum*, *Sabal mauritiiformis* (Botam) *Melicocuso liviformis*, *Thouinia paucidentata* (K'anchunup) *Trichilia minutiflora* (morgao clorado); esta selva puede presentar infinidad de variantes, según se modifiquen las características de drenaje del suelo; *Swietenia macrophylla* abunda hacia el centro y sur de Campeche y en Quintana Roo en suelos profundos, y *Metopium brownei* en terrenos planos inundables, con características de vegetación de bajos como en la zona de Escárcega y Champotón, Campeche y el norte de

la península; 2) la selva con *Manilkara zapota*, pero sin *Bucida buceras* ni *Thrinax parviflorase*, encuentra en casi toda la mitad norte de Quintana Roo, y se parece mucho a la anterior; en algunas zonas *Caesalpinea gaumeri*, llega a ser muy abundante, y 3) la selva con *Manilkara zapota* y *Thrinax parviflorase* caracteriza porque el estrato superior está dominado por *Manilkara zapota*, y el estrato medio por *Thrinax parviflorase*, desarrolla sobre mantos de caliza coralífera con escaso suelo rojizo en las grietas.

Las Selvas Altas o Medianas Subperennifolias, tienen también una buena cantidad de especies útiles para la industria forestal, entre ellas la más importante es nuevamente *Swietenia macrophylla*; otras especies que han recibido atención industrial, y se han usado o se usan en la actualidad son: *Manilkara zapota*, *Bursera simaruba*, *Pimenta dioica*, *Dendropanax arboreus*, *Zuelania guidonia*, *Astronium graveolens*, *Simira salvadorensis*, *Vatairea lundellii*, *Myroxylon balsamum*, *Platymiscium yucatanum*, *Pouteria reticulata*, *Pseudobombax ellipticum*, *Maclura tinctoria* y *Bucida buceras*.

**Selva Baja Subperennifolia.** La distribución de estas selvas (en ocasiones llamadas selvas bajas inundables) está dada por las características geomorfológicas, ya que se encuentran en las zonas bajas y planas, que en época de lluvias sufren cierto grado de inundación. El principal límite que tiene esta selva es con Selva mediana subperennifolia, en algunas zonas limita con vegetación acuática y manglar.

Este tipo de selvas no sufre grandes modificaciones debido principalmente a que se desarrollan en zonas bajas y sujetas a inundaciones que le confieren características climáticas y edafológicas que no permiten el establecimiento de actividades agrícolas y pecuarias.

En la subcuenca, esta vegetación se ubica formando importantes macizos aislados. Se distribuye en una zona de terreno con una pendiente muy suave, y donde la topografía favorece la acumulación del agua de lluvia, por lo que la zona permanece inundada al menos durante la época de lluvias comprendida entre los meses de junio a noviembre. La presencia de algunas especies la caracterizan fisonómicamente, en este caso es una asociación integrada por especies propias de zonas sujetas a inundación como son: *Buxus bartlettii* y *Cameraria latifolia*. Este tipo de selva está integrado por una comunidad arbórea que presenta el dosel semi-cerrado, la altura de las especies varía entre 3 y 8 m. Otros de los elementos arbóreos observados en el área son: *Bursera simaruba*, *Gymnopodium floribundum*, *Piscidia piscipula*, *Vitex gaumeri*. La mayoría de estas especies presentan diámetros de talla baja (8-15 cm). Se presenta un estrato arbustivo con: *Bravaisia tubiflora* y *Randia aculeata*, con alturas de 1 a 2 m y un estrato herbáceo de 10 a 40 cm conformado por numerosos individuos de árboles, dominado principalmente de *B. bartlettii*. El suelo en el área es de tipo margo-arcilloso, de color pardo claro.

**Selva Mediana subcaducifolia.** Alrededor del 50-75%) de los arboles altos de esla clase de selva pierden sus hojas durante lo mas algido de la epoca de secas. Se encuentran principalmente en planicies y declives bajos de la vertiente del Pacifico, al Sur de Sinaloa

hasta Chiapas. Aunque hay zonas con este tipo de selva en el Estado de Yucatán, en las planicies centrales de Veracruz y en la depresión central de Chiapas. El clima se caracteriza por temperatura media anual superior a 20° C, precipitación anual cercana o poco superior a 1,200 mm y temporada seca acentuada.

En la vertiente del Pacífico y depresión central de Chiapas son árboles característicos el guapinol (*Hymenaea ccurbarii*), el Guanacaste o parota (*Enterolobium cyclocarpum*), el cedro (*Cedrela odorata*), el cacahuananche o totoposte (*Licania arborea*), la primavera (*Cybistax donnell-smithii*), la jabilla (*Hura polyandra*), etc. En el Este (Veracruz, Yucatán) es raro el guapinol y falta el cacahuananche o totoposte. Esta clase de selva se desarrolla ordinariamente en suelos profundos y con frecuencia coexiste con selva baja caducifolia o subcaducifolia o con sabana, pero ocupa las vegas de ríos o arroyos (selva en galería).

**Selva Baja subcaducifolia.** Es una selva de menos de 15 m de altura media de los árboles altos que pierden casi completamente las hojas en la época seca y no son espinosos por lo común; posee ordinariamente abundantes bejucos. Corresponde a climas semisecos o subsecos y cálidos, con temperatura media anual superior a 20° c., precipitación anual media entre (500) 700 y 1,200 mm, y temperatura seca larga y marcada. Se encuentra en gran parte del Estado de Yucatán (zona henequenera), declives y cerros de la depresión central de Chiapas, partes de la planicie del Istmo en su vertiente meridional, partes de la cuenca del río Tehuantepec, declives de la cuenca del Balsas y de la cuenca alta del Papaloapan, al Sur de la Sierra de Naolinco hasta el Este de Córdoba, Veracruz en la Huasteca, y en declives del Pacífico desde Colima hasta el Sur de Sonora.

Presenta numerosas variantes en las grandes extensiones que cubre. En Yucatán central son dominantes el jabin (*Piscidia piscipula*) y el Tsalam (*Lysiloma bahamensis*).

**Manglar.** En la porción sur y bordeando la Bahía de Chetumal y la costa del Mar Caribe, los manglares son la comunidad vegetal con mayor cobertura en la zona costera, debido a la naturaleza inundable de los suelos que dominan en la región. El manglar también presenta distintas asociaciones producto de la variación en la precipitación y la combinación ocasional del agua pluvial con el agua de mar, cuando este factor favorece la dominancia de una especie de mangle, ésta se emplea para caracterizar la vegetación. De esta manera, en el área se distribuyen las siguientes asociaciones de manglar. Manglar de borde o franja con mangle rojo (*Rhizophora mangle*); Esta asociación se desarrolla desde la desembocadura del Río Huach hasta el límite territorial con Belice. Se denomina así a esta vegetación porque, de manera general, forma una franja de 10 a 30 m de amplitud, aunque se observan impactos de origen antropogénico. En la SubCuenca, el manglar de borde es muy denso y como se ha mencionado, está constituido exclusivamente por mangle rojo, aunque en la línea de costa se pueden encontrar ocasionalmente individuos aislados de las otras especies de mangle, como botoncillo (*Conocarpus erectus*) o blanco (*Laguncularia racemosa*), estos siempre en áreas no sujetas a inundación.

La altura que alcanza el manglar de borde es de 3 a 8 m. El suelo donde se desarrolla esta vegetación es de tipo areno-limoso, de color gris claro y de profundidad variable, pero permaneciendo inundados por agua de mar durante todo el año, el manglar de borde forma una barrera rompevientos natural, la cual, según su altura, favorece la presencia de una vegetación más alta (selva baja costera) adyacente a la vegetación costera. En algunas áreas el manglar de borde ha sido talado para el establecimiento de zonas de playa como sucede en los ranchos. Manglar con mangle negro (*Avicennia germinans*); Esta comunidad se distribuye desde Río Huach hasta el límite fronterizo con Belice, adyacente a la selva baja, hacia el Oeste. Forma una franja de aproximadamente 1 km de amplitud. Es un manglar monoespecífico, su altura varía entre 5 y 10 m, con individuos con tallas de hasta 40 cm de diámetro. En estrato herbáceo es muy característico observar gran cantidad de raíces aéreas (neumatóforos) que produce el mangle negro, así como la presencia de *Batis maritima*. El manglar se presenta sobre un suelo profundo, margoso, de color gris claro e inundado permanentemente. Hacia su límite oeste se llegan a presentar las otras especies de manglar, culminando en una ciénaga o laguna muerta en la que se registran individuos decadentes o la presencia de especies de gramíneas y ciperáceas. Manglar con mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*); este tipo de manglar se ubica sobre la zona costera en la zona central de la sobcuenca, en una franja de terreno que bordea la selva baja, donde las condiciones del sustrato favorecen la acumulación de residuos orgánicos tornándose los suelos en humíferos, y la topografía empieza a ser más elevada. La salinidad continúa siendo elevada, aunque eventualmente el manglar recibe un gran aporte de agua dulce proveniente de la precipitación pluvial. La talla de estas especies varía de 6 a 8 m de altura. El sustrato es limo-arcilloso, de color pardo y profundo. Este manglar se presenta como una asociación monoespecífica, o a veces combinada con otras especies de manglar como son: *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* y *Rhizophora mangle*, aunque es más frecuente que forme una franja ecotonal con la selva baja combinándose los elementos principalmente con *Manilkara zapota* y *Metopium brownei*, integrándose a este tipo de vegetación.

**Vegetación de Duna Costera.** En este tipo de vegetación dominan principalmente especies herbáceas, rastreras y postradas que presentan una alta tolerancia a ciertos factores físicos como el continuo embate del viento, elevados niveles de salinidad, pobreza del suelo y permanente exposición al sol.

En el área rocosa, la estructura vegetal a primera vista parece formada sólo por el estrato herbáceo, aunque se identificaron especies como *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo), *Coccoloba uvifera* (uva de mar), *Tournefortia gnaphaloides* (Sikimay) y la trepadora *Distichlis spicata* (tronadora), que potencialmente pueden llegar a formar parte del estrato arbóreo, arbustivo y trepador; sin embargo, el efecto del viento, la salinidad, el tipo de sustrato y la carencia de materia orgánica en el suelo son determinantes sobre la forma de crecimiento de las especies, modificándolas de un crecimiento erecto a uno postrado, por dicha razón, la altura de la vegetación en esta área no rebasa los 50 cm. En la zona de dunas costeras, la vegetación puede alcanzar hasta 2m de altura, con especies como el pantzil, y la uva de mar

(*Coccoloba uvifera*), entre otras. La vegetación rastrera y herbácea también es abundante, siendo frecuentes *Ipomaea pescaprae* (riñonina) y *Tournefortia gnaphaloides* (Sikimay).

**Popal.** Es un tipo de vegetación herbácea que se desarrolla en lugares pantanos con agua permanente de alrededor de un metro de profundidad. Las plantas que componen el popal viven enraizadas en el fondo, pero tienen grandes hojas, largas y anchas, que sobresalen del agua; crecen tan densamente que el agua apenas es visible. Pertenecen a géneros como *Calathea* (popoay) y sobre todo *Thalia* (quento). Esta clase de vegetación cubre grandes extensiones en los lugares pantanosos del Suroeste de Campeche, en Tabasco, el Norte de Chiapas y buena parte del Sur de Veracruz.

En las partes menos profundas de los popales abundan especies acuáticas de las gramíneas *Leersia*, *Paspalum*, *Panicum*, *Oryza*, *Zizaniopsis* e *Ilymenachne*. En la orilla de ríos y riachuelos de la parte baja de planicies y declives del Golfo pueden existir agrupaciones puras de la gramínea alta *Gynerium sagittatum*.

**Sabana.** Es un ecosistema caracterizado por un estrato arbóreo-arbustivo en el que el dosel arbóreo tiene una escasa cobertura, ya sea por árboles pequeños o por haber poca densidad de ellos, lo que permite un estrato herbáceo continuo y generalmente alto. Este tipo de vegetación, combina característica, del bosque y del pastizal. Normalmente, las sabanas son zonas secas de transición entre selvas y semidesiertos. Las sabanas se encuentran ubicadas en zonas tropicales y subtropicales, sobre todo con climas tropicales secos; aunque en ocasiones también se incluyen ecosistemas templados similares bajo esta denominación.

En la Tabla IV.3, se enlistan las familias con mayor número de especies, apreciándose, que las tres primeras familias y el orden que guardan es el mismo, que las consideradas secundarias de las selvas altas perennifolias, por ejemplo, las del norte de Oaxaca. Esto es muy significativo ya que las tres familias son, en general, de colonización rápida y su predominancia debe es tardada tanto por factores históricos, como climáticos, y de sequedad de la Península.

**Tabla IV.3. Diversidad florística estimada en Quintana Roo.**

Familias	Num de sp. Infra-especificas	% del Total
Leguminosae	146+4	11.62
Gramineae	101	8.04
Compositae	89+3	7.08
Euphorbiaceae	71	5.65
Rubiaceae	43	3.42
Cyperaceae	38	3.02
Verbenaceae	37+6	2.94
Convolvulaceae	34	2.70
Solanaceae	28	2.23

Familias	Num de sp. Infra-especificas	% del Total
Sapindaceae	27	2.14
Apocynaceae	26+1	2.07
Orchidaceae	24	1.91
Boraginaceae	24	1.91
Bignoniaceae	23	1.83
Palmae	18	1.43
Malpighiaceae	16	1.27
Acanthaceae	16	1.27
Myrtaceae	16	1.27
Bromeliaceae	16	1.27
Moraceae	16	1.27
Malvaceae	16	1.27
Schrophulariaceae	15	1.19
Cactaceae	14	1.11
Asclepiadaceae	14	1.11
Rutaceae	13	1.03
Total	881+14	70.06%
Total, de las 130 Familias	1257 + 18	100%

En la zona costera de la Península de Yucatán (incluyendo Quintana Roo), la distribución de la vegetación es en bandas orientadas de norte a sur de amplitud variable, correspondientes a los diferentes tipos de sustrato y al relieve de la zona. La salinidad y la humedad del suelo también son factores importantes que determinan su distribución, por lo que las plantas presentan características y adaptaciones especiales dependiendo del medio en el que se presentan.

A continuación, se presenta un cuadro con los tipos de vegetación y asociaciones que se presentan en Quintana Roo, así como en la Península, su nombre maya, y tipo de suelos en los que se presenta (Tabla IV.4).

**Tabla IV.4. Tipos de vegetación y asociaciones que se presentan en Quintana Roo.**

Tipo de Vegetación	Nombre Maya del tipo de vegetación	Suelos
Saibadal	-----	Arenoso submarino
Vegetación de dunas costeras	Tsakanche' (matorral espinoso) K'aak'che'il; (monte que está en contacto con el agua de mar).	Suelo arenoso, calcáreo o coralíneo.
Manglar	K'aak'che'il; Kanche'il (monte en contacto con el agua de mar).	Con mucha materia orgánica
Peten	Peten (vegetación aislada con un ojo de agua del mar).	Con mucha materia orgánica

Tipo de Vegetación	Nombre Maya del tipo de vegetación	Suelos
Tular, carrizal, tasistal y popal	Yo'tsat, yo'ko'op (monte bajo herbáceo en una hondonada pequeña e inundable en época de lluvia).	Ak'alche' chaltun.
Selva baja caducifolia	Koo k'aax o koolche' (monte que tira sus hojas)	Chak lu'um, box lu'um, akalche'
Selva baja subperennifolia	Akalche' (monte de suelo inundado)	Ak'alche'
Selva mediana subcaducifolia	Ya' ax sak' ab kool (monte que tira sus hojas)	Chaclu'um, k'ankab, tzek'elooob
Selva mediana subperennifolia	Ka'anal ya'ax k' aax (monte alto y verde)	Box lu' um, k'ankab, tzek'elooob

### Plantas Nativas

Las especies nativas son aquellas que crecen de manera natural en una región, sin la intervención ni ayuda del hombre. Son las especies que se desarrollan de forma silvestre. Las especies de plantas nativas no se distribuyen de manera homogénea a lo largo de todo el territorio, sino que se desarrollan de forma diferencial entre los distintos ambientes o ecosistemas. Tampoco son igualmente abundantes, ya que algunas especies son muy comunes, numerosas y las vemos por todas partes, en tanto que otras son muy raras y sólo se les encuentra en un determinado sitio o ambiente y en ocasiones con muy pocos individuos.

De acuerdo con la norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, para el estado de Quintana Roo se reportan 23 especies que presentan alguna categoría de protección. De estas especies algunos géneros son poco conocidos; por ejemplo, el pino tropical *Pinus caribea*, aun dentro de la península de Yucatán, el único sitio donde se localiza es en un sitio llamado El Jaguactal, al sureste del ejido Caobas en el municipio de Othón P. Blanco; otra especie importante es la cactácea *Aporocactus fageliformis*, referida en los listados florísticos, y que sin embargo es difícil su ubicación dentro del estado. En la siguiente lista se mencionan aquellas especies que están dentro de la NOM-59-SEMARNAT-2010, e igualmente se indica si son endémicas.

A continuación, se presenta el listado de las especies de la Flora de Quintana Roo, que presentan alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

#### Claves

En peligro de extinción (P)

Amenazadas (A)

Raras (R)

Sujetas a protección especial (Pr)

Especies endémicas (\*)

### ANACARDIACEAE

1. *Astronium graveolens* Jacq. A

**ARECACEAE**

2. *Bactris balanoidea* (Oersted) R
3. *Coccothrinax readii* Quero A\*
4. *Cryosophila argentea* H. Bartlett Q. A
5. *Guassia maya* (Opsiantra maya) A
6. *Pseudophoenix sargentii* H. W. ex Sargent Q. A
7. *Roystonea dunlapiana* Allen Q. R
8. *Thrinax radiata* Lodd. ex H. A.&H. H. Schult. D. A A
9. *Avicennia germinans* (L.) Pr

**AGAVACEAE**

10. *Beucarnea pliabilis* A\*

**BIGNONIACEAE**

11. *Tabebuia chrysantha* Jacq. A

**BROMELIACEAE**

12. *Tillandsia elongata* var. *subimbricata* (Baker) A
13. *Tillandsia festuroides* Brongniart ex Mez T A

**CACTACEAE**

14. *Aporocactus flagelliformis* (L.) Lemaire R\*
15. *Mammillaria gaumeri* Orcutt R\*

**COMBRETACEAE**

16. *Conocarpus erectus* L. C. Pr
17. *Laguncularia racemosa* (L.) Pr

**MELIACEAE**

18. *Cedrela odorata* Pr

**PINACEAE**

19. *Pinus caribaea hondurensis* A

**RHIZOPHORACEAE**

20. *Rhizophora mangle* L. C. R

**ZAMIACEAE**

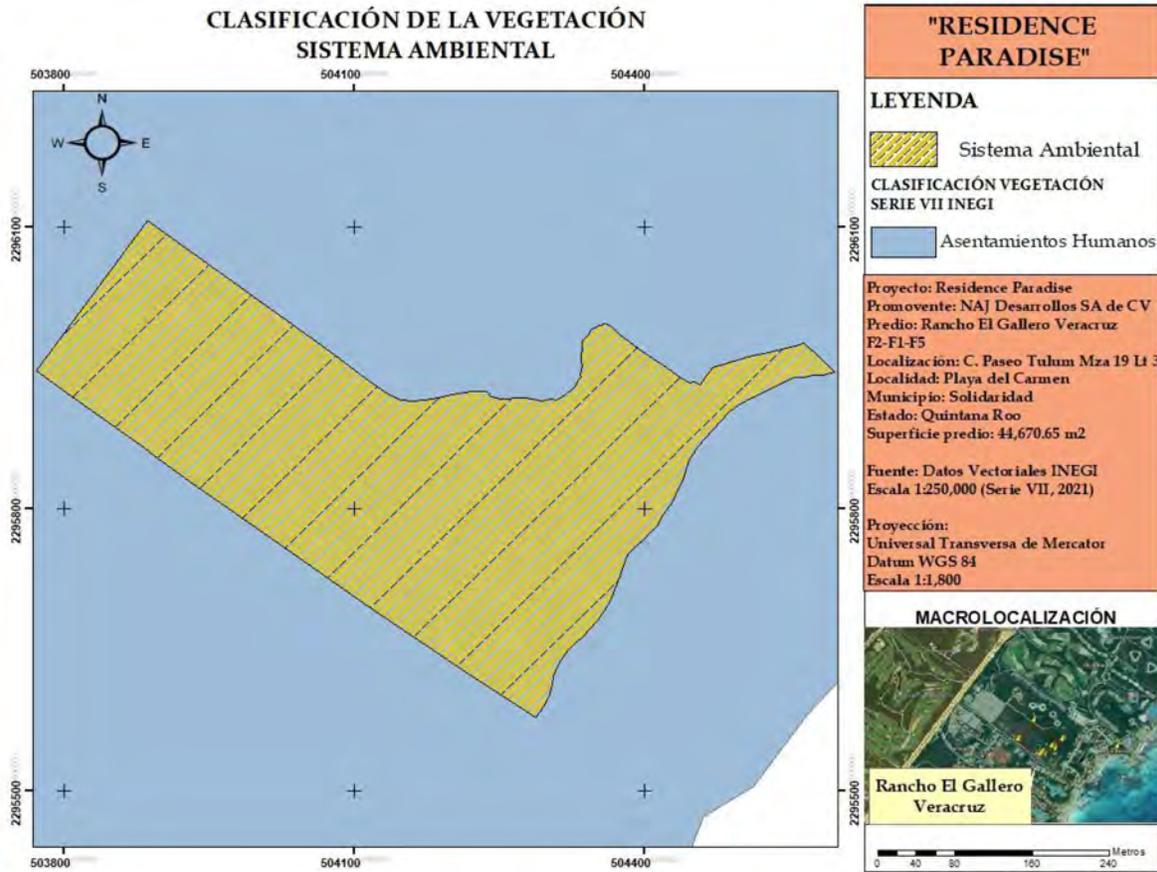
21. *Dioon spinulosum* P\*
22. *Zamia loddigesii* A

**ZYGOPHYLLACEAE**

23. *Guaiacum sanctum* L. C Pr

### Clasificación de la Vegetación presente en el área del Sistema Ambiental

De acuerdo con lo descrito por los datos vectoriales del INEGI (Serie VII, 2021), el tipo de vegetación y/o uso de suelo presentes en el área del Sistema Ambiental corresponden a Asentamientos Humanos, dado que la zona que comprende el SA del proyecto (Fig. IV.20), se encuentra inmersa dentro de una zona turístico habitacional, siendo que por las características de la vegetación predominante en el predio del proyecto, así como los límites naturales y características urbanas circundantes, esta área es la que mejor representa las circunstancias en las cuales se encuentra inmersa el predio del proyecto.



**Figura IV.20. Tipo de Vegetación presente en el área del Sistema Ambiental del proyecto “Residence Paradise”.**

Con la finalidad de conocer las características biológicas del área del sistema ambiental, se realizaron diversos sitios de muestreo dentro del área.

### Análisis de la Vegetación en el área del Sistema Ambiental

De acuerdo con la información que se ha presentado respecto al área del sistema ambiental en la cual se encuentra inmerso el predio del proyecto, este se encuentra inmerso dentro un área turístico-habitacional en la Localidad de Playa del Carmen (Fig. IV.4), por lo cual actualmente existen diversos desarrollos, los cuales han modificado las condiciones

naturales de la vegetación presente en el predio, y es por ello que el INEGI, actualmente determina que el uso del suelo en la zona corresponde a “Asentamientos Humanos”.

Derivado de lo anterior, con la finalidad de conocer las condiciones de la vegetación, en áreas con condiciones similares a la presente en la superficie del predio del proyecto, se realizó un muestreo dirigido en 10 sitios donde aún se presenta vegetación dentro del área delimitada para el Sistema Ambiental.

Como ha sido indicado, fueron dispuestos 10 sitios de muestreo, los cuales fueron realizados con una superficie de 500m<sup>2</sup>, con la finalidad de caracterizar la vegetación en la superficie total del predio (Fig. IV.21).

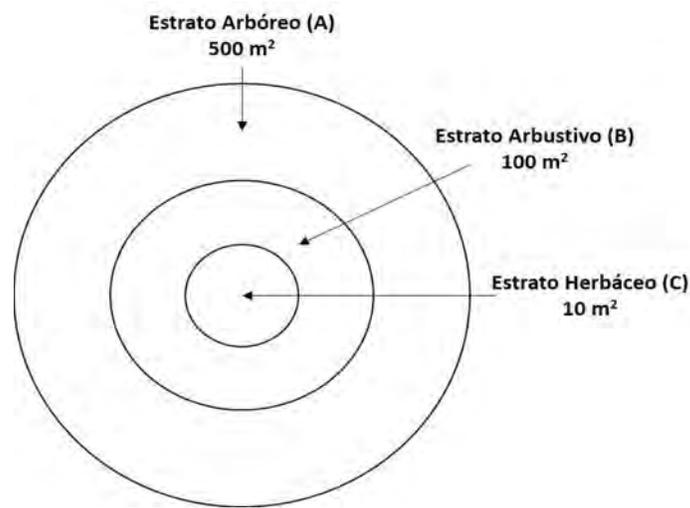


Figura IV.21. Dimensiones de los sitios de muestreo para los tres estratos de vegetación.

### Estratos de la Vegetación

En la Tabla IV.5, se presentan las características de los individuos que fueron medidos y registrados en cada uno de los estratos de la vegetación.

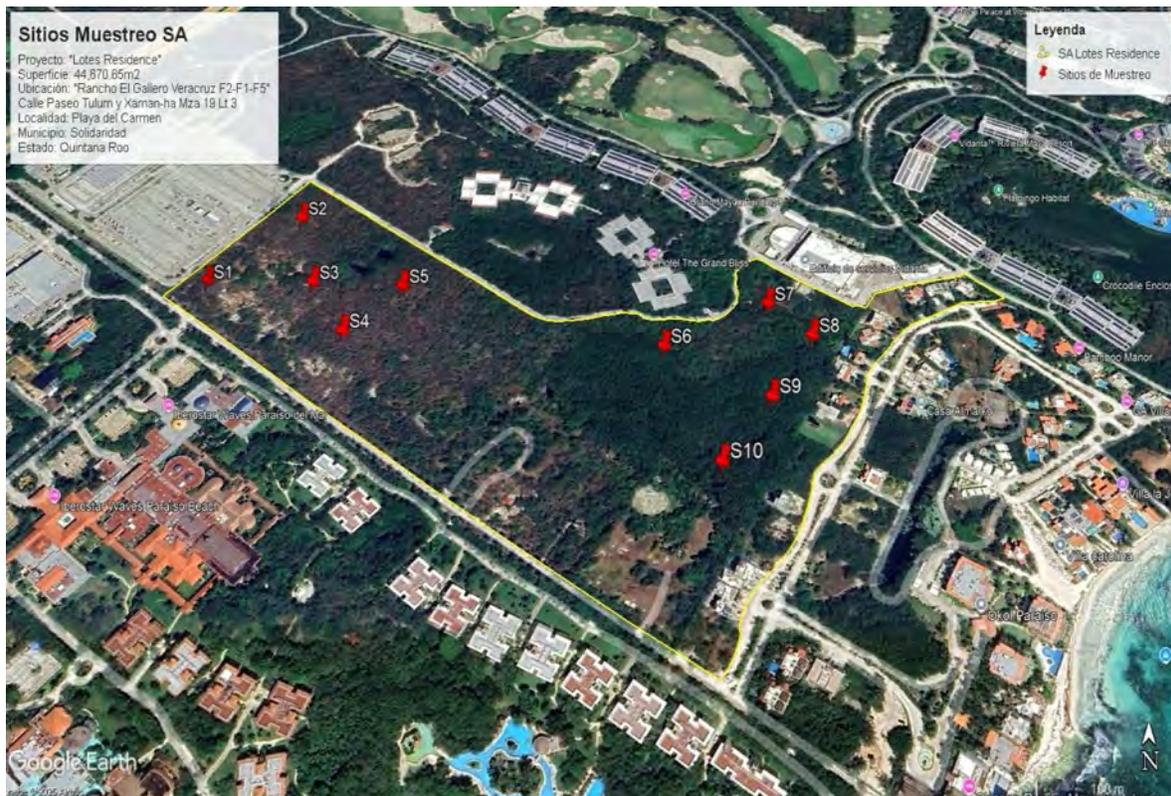
Tabla IV.5. Características de los individuos registrados en cada uno de los estratos de la vegetación.

Estrato	Tamaño de individuos a medir
Arbóreo	≥ de 10cm de diámetro normal
Arbustivo	≥ de 5 a ≤ 9.9cm de diámetro normal
Herbáceo	≥ de 50cm de altura a 4.9 cm de diámetro normal

Fuente: Adaptado de Fredericksen y Mostacedo, 2000

El levantamiento de datos para el estrato arbóreo se llevó a cabo en el total de la superficie del sitio de muestreo (500m<sup>2</sup>), para el caso del estrato arbustivo, y herbáceo, dentro del mismo sitio, se establecieron subparcelas de muestreo, de 100m<sup>2</sup> y 10m<sup>2</sup>, respectivamente.

En la Figura IV.22, se presenta la distribución de los sitios de muestreo, en el área que ocupa el Sistema Ambiental. Es importante señalar que el muestreo realizado fue sistemático y dirigido, dado que, dentro del Sistema Ambiental, gran parte de la superficie se encuentra actualmente sin vegetación, dado que ya existen diversas edificaciones habitacionales y turísticas, por lo cual los sitios de muestreo se establecieron en zonas que presentaron vegetación.



**Figura IV.22. Sitios de muestreo de la vegetación que aún se encuentra presente en el área del Sistema Ambiental.**

A continuación, en la Tabla IV.6, se presentan las coordenadas de los 10 sitios de muestreo que fueron realizados, para el análisis de la vegetación, en el área del Sistema Ambiental.

**Tabla IV.6. Sitios de muestreo dentro del área de Sistema Ambiental.**

Sitio	Coordenadas UTM		Coordenadas Geográficas	
	X	Y	Latitud	Longitud
1	503810	2295954	20° 45' 47.94"	-86° 57' 48.23"
2	503837	2296038	20° 45' 50.67"	-86° 57' 45.57"

Sitio	Coordenadas UTM		Coordenadas Geográficas	
	X	Y	Latitud	Longitud
3	503914	2295951	20° 45' 47.84"	-86° 57' 44.63"
4	503953	2295891	20° 45' 45.89"	-86° 57' 43.29"
5	504003	2295946	20° 45' 47.68"	-86° 57' 41.56"
6	504256	2295871	20° 45' 45.24"	-86° 57' 32.81"
7	504359	2295923	20° 45' 46.93"	-86° 57' 29.24"
8	504396	2295884	20° 45' 45.66"	-86° 57' 22.97"
9	504350	2295814	20° 45' 43.38"	-86° 57' 29.56"
10	504300	2295749	20° 45' 41.27"	-86° 57' 31.29"

Para la determinación de las especies presentes en el sitio a estudiar, fueron consultados entre otros: los manuales y claves de identificación existentes en la Flora de Yucatán (Standley, 1930); La lista florística de Quintana Roo (Sousa y Cabrera, 1983); el listado de Etnoflora Yucatanense (Sosa, et. al. 1984), y Árboles Tropicales de México (Pennington y Sarukhán, 2005).

De acuerdo con los resultados obtenidos mediante los sitios de muestreo realizados en las áreas con vegetación que aún se encuentran dentro del Sistema Ambiental, se puede indicar que la vegetación original y predominante en la zona, corresponde a Vegetación de Selva Mediana Subperennifolia.

Entre las especies con mayor desarrollo podemos encontrar a *Thrinax radiata* (Palma Chit), *Poueteria reticulata* (Zapotillo), *Manilkara zapota* (Zapote), *Sapranthus campechianus* (Sufricaya) y *Gymnantes lucida* (Yaití); las especies anteriormente mencionadas son las que se encuentran con mayor abundancia en la superficie del área del sistema ambiental, distribuidas dentro de los tres estratos de la vegetación (Figs. IV.23-IV.28).

Es importante señalar que de igual forma fueron identificadas especies indicadoras de perturbación tales como *Cecropia peltata* (Guarumbo), *Acacia cornigera* (Cornezuelo) y *Nectandra sanguinea* (Laurelillo), lo cual se puede indicar que es derivado del impacto antropogénico que se tiene dado que la zona se encuentra inmersa dentro de un área urbana, con uso turístico habitacional.

De acuerdo con los resultados obtenidos derivado de los sitios de muestreo realizados en la superficie del sistema ambiental, en total se registraron 45 especies (distribuidas en los tres estratos de la vegetación), pertenecientes a 25 familias botánicas.

En el estrato arbóreo y arbustivo fueron identificadas 25 especies, en cada uno de estos estratos, y en el estrato herbáceo 20 especies.



**Figuras IV.22-IV.28. Imágenes de la vegetación que aún se encuentra presente en el área del Sistema Ambiental.**

### Especies y Familias botánicas

Como fue indicado anteriormente, en el área delimitada del Sistema Ambiental del proyecto "Residence Paradise", fueron identificadas 45 especies, distribuidas en 25 familias botánicas, las cuales se enlistan a continuación (Tabla IV.7).

**Tabla IV.7 Familias botánicas y especies presentes en los sitios de muestreo del Sistema Ambiental.**

No.	Nombre Común	Nombre Científico	Familia
1	Akitz	<i>Thevetia gaumeri</i>	Apocynaceae
2	Cornezuelo	<i>Acacia cornigera</i>	Leguminosae
3	Canchunup	<i>Thouinia paucidentata</i>	Sapindaceae
4	Caracolillo	<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	Sapotaceae
5	Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	Burseraceae
6	Chacte	<i>Caesalpinia mollis</i>	Leguminosae
7	Chactecok	<i>Sickingia salvadorensis</i>	Rubiaceae
8	Chechen	<i>Metopium brownei</i>	Anacardiaceae
9	Palma Chit	<i>Thrinax radiata</i>	Arecaceae
10	Elemuy	<i>Malmea depressa</i>	Annonaceae
11	Granada de monte	<i>Punica granatum</i>	Lythraceae
12	Guarumbo	<i>Cecropia peltata</i>	Cecropiaceae
13	Guayabillo	<i>Psidium sartorianum</i>	Combretaceae
14	Gusanillo	<i>Lippia umbelata</i>	Leguminosae
15	Hierba santa	<i>Piper auritum</i>	Piperaceae
16	Álamo	<i>Ficus maxima</i>	Moraceae
17	Huano	<i>Sabal japa</i>	Arecaceae
18	Huaya	<i>Talisia olivaeformis</i>	Sapindaceae
19	Jabin	<i>Piscidia piscipula</i>	Leguminosae
20	Jobo	<i>Spondias mombin</i>	Anacardiaceae
21	Kaniste	<i>Pouteria campechiana</i>	Sapotaceae
22	Katalox	<i>Swartzia cubensis</i>	Leguminosae
23	Kitamche	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Leguminosae
24	Laurelillo	<i>Nectandra sanguinea</i>	Lauraceae
25	Majahua	<i>Hampea trilobata</i>	Malvaceae
26	Naranjillo	<i>Esenbeckia berlandieri</i>	Rutaceae
27	Negrilo	<i>Simarouba glauca</i>	Simaroubaceae
28	Cascarillo	<i>Croton reflexifolius</i>	Euphorbiaceae
29	Pomolche	<i>Jatropha gaumeri</i>	Euphorbiaceae

No.	Nombre Común	Nombre Científico	Familia
30	Ramon	<i>Brosimum alicastrum</i>	Moraceae
31	Roble	<i>Ehretia tinifolia</i>	Boraginaceae
32	Sac chaca	<i>Dendropanax arboreus</i>	Araliaceae
33	Solerilla	<i>Cordia alliodora</i>	Boraginaceae
34	Sufricaya	<i>Sapranthus campechianus</i>	Annonaceae
35	Taastab	<i>Guettarda combsii</i>	Rubiaceae
36	Tulipancillo	<i>Malvaviscus arboreus</i>	Malvaceae
37	Tzalam	<i>Lysiloma latisiliqua</i>	Leguminosae
38	Uña de gato	<i>Uncaria tomentosa</i>	<u>Rubiaceae</u>
39	Uvasche	<i>Ottoschulzia pallida</i>	Icacinaceae
40	Boob	<i>Coccoloba spicata</i>	Polygonaceae
41	Volador	<i>Zuelania guidonia</i>	Flacourtiaceae
42	Yaiti	<i>Gymnantes lucida</i>	Euphorbiaceae
43	Ya'ax niik	<i>Vitex gaumeri</i>	Verbenaceae
44	Zapote	<i>Manilkara zapota</i>	Sapotaceae
45	Zapotillo	<i>Pouteria reticulata</i>	Sapotaceae

Es importante recalcar que estas especies, se encuentran distribuidas en los tres estratos de la vegetación presente en el área del Sistema Ambiental del proyecto “Residence Paradise” (Arbóreo, Arbustivo y Herbáceo).

### **Especies Forestales con estatus**

Con la información obtenida a través del muestreo realizado en el área delimitada para el Sistema Ambiental del proyecto, se determinó que, en los sitios de muestreo, se localizan individuos de una especie que se encuentra enlistada en la Norma Oficial Mexicana de protección de especies, NOM-059-SEMARNAT-2010, la cual se presenta a continuación en la Tabla IV.8.

**Tabla IV.8. Especies forestales con estatus de protección.**

Nombre común	Nombre científico	Familia	Estatus
Palma Chit	<i>Thrinax radiata</i>	Arecaceae	Amenazada

Igualmente es importante señalar, que ningún individuo de Manglar fue identificado dentro la superficie del área del Sistema Ambiental del proyecto “Residence Paradise”.

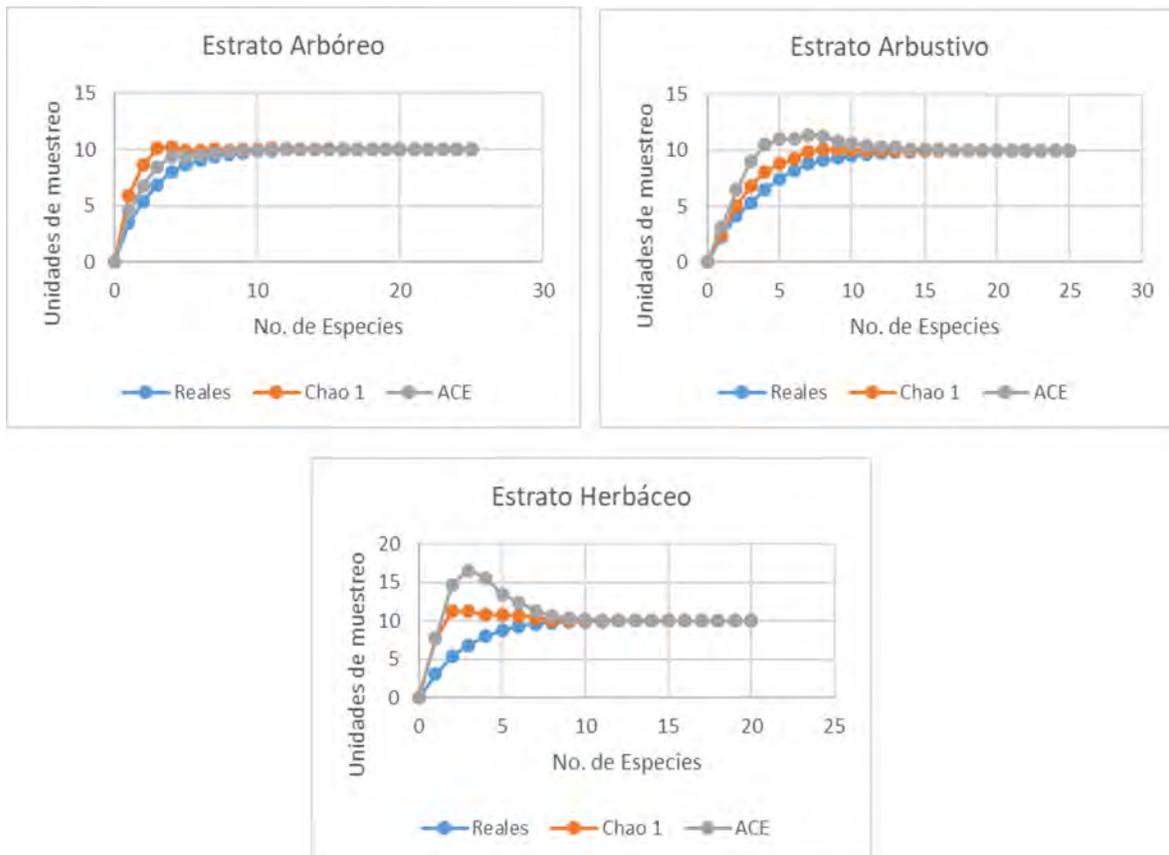
**Especies Epífitas**

Con respecto a este apartado, se indica que, dentro del área delimitada para el Sistema Ambiental del proyecto, no fueron identificadas especies epífitas.

**Representatividad de la muestra**

Los métodos de estimación basados en muestras pueden ser extrapolados, a partir de curvas de acumulación de especies, o por uso de estimadores paramétricos o no paramétricos. El método de extrapolación, usa la curva observada de acumulación de especies para modelar el conteo de nuevas especies, con respecto al esfuerzo de muestreo, y el valor de la riqueza es la asíntota de la curva (Palmer, 1990; Soberón y Llorente, 1993).

Para determinar la representatividad de la muestra tomada para la caracterización de la vegetación presente en el área del Sistema Ambiental del proyecto “Residence Paradise”, fueron calculados los estimadores no paramétricos de Chao 1 y ACE; lo anterior con la finalidad de realizar la curva de acumulación de especies, para cada uno de los estratos de la vegetación (Arbóreo, Arbustivo y Herbáceo). A continuación, en las figuras 29a, 29b y 29c, se presentan las gráficas que representan las curvas de acumulación de especies para los tres estratos de la vegetación.



**Figuras 29a, 29b y 29c. Curvas de acumulación de especies estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo.**

Es importante señalar que se calcularon los estimadores de riqueza Chao 1 y ACE, debido a que se encuentran diseñados para datos de abundancia de individuos, como es lo requerido para el presente análisis (Villareal *et al.*,2004). Los estimadores Chao 1 y ACE, fueron calculados a través del programa Bio estadístico EstimateS Versión 9.1.0.; y con los resultados de dichos estimadores, en el programa Excel fueron realizadas las curvas de acumulación de especies.

De acuerdo con los resultados obtenidos para los tres estratos de la vegetación el muestreo realizado fue suficiente y representativo ( $P > 0.05$ ), dado que, para cada uno de los estratos analizados, se puede observar la tendencia horizontal de la curva de acumulación de especies (Figuras 29a, 29b y 29c).

**Densidad absoluta**

Se define como el número de individuos por unidad de área o volumen en particular. Para el presente ejercicio se presenta la Densidad Absoluta para el número de individuos presentes en los sitios de muestreo realizados, y en la superficie total del Sistema Ambiental; este análisis se realizó por estrato, y en la siguiente tabla, se incluyen los individuos de cada especie indicándose la condición en la que se encuentran (Tabla IV.9).

**Tabla IV.9. Especies y número de individuos en los diferentes estratos.**

Nombre común	Nombre científico	Familia	No. Individuos (Sitios de Muestreo)	No. Individuos (Hectárea)	Estrato
Caracolillo	<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	Sapotaceae	10	20	Arbóreo
Canchunup	<i>Thouinia paucidentata</i>	Sapindaceae	3	6	
Chacteviga	<i>Caesalpinia mollis</i>	Leguminosae	1	2	
Chactecok	<i>Sickingia salvadorensis</i>	Rubiaceae	7	14	
Elemuy	<i>Malmea depressa</i>	Annonaceae	4	8	
Granada de monte	<i>Punica granatum</i>	Lythraceae	1	2	
Guarumbo	<i>Cecropia peltata</i>	Cecropiaceae	1	2	
Gusanillo	<i>Lippia umbelata</i>	Leguminosae	1	2	
Álamo	<i>Ficus maxima</i>	Moraceae	2	4	
Huaya	<i>Talisia olivaeformis</i>	Sapindaceae	4	8	
Jobo	<i>Spondias mombin</i>	Anacardiaceae	1	2	
Kaniste	<i>Pouteria campechiana</i>	Sapotaceae	1	2	
Kitamche	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Leguminosae	1	2	
Laurelillo	<i>Nectandra sanguinea</i>	Lauraceae	9	18	
Palma Chit	<i>Thrinax radiata</i>	Arecaceae	16	32	
Sacchaca	<i>Dendropanax arboreus</i>	Araliaceae	3	6	

Nombre común	Nombre científico	Familia	No. Individuos (Sitios de Muestreo)	No. Individuos (Hectárea)	Estrato
Solerilla	<i>Cordia alliodora</i>	Boraginaceae	1	2	
Sufricaya	<i>Sapranthus campechianus</i>	Annonaceae	9	36	
Taastab	<i>Guettarda combsii</i>	Rubiaceae	2	4	
Tzalam	<i>Lysiloma latisiliqua</i>	Leguminosae	7	14	
Tulipancillo	<i>Malvaviscus arboreus</i>	Malvaceae	1	2	
Boob	<i>Coccoloba spicata</i>	Polygonaceae	2	4	
Yaiti	<i>Gymnantes lucida</i>	Euphorbiaceae	6	12	
Zapote	<i>Manilkara zapota</i>	Sapotaceae	9	22	
Zapotillo	<i>Pouteria reticulata</i>	Sapotaceae	11	32	
Akitz	<i>Thevetia gaumeri</i>	Apocynaceae	1	10	Arbustivo
Canchunup	<i>Thouinia paucidentata</i>	Sapindaceae	1	10	
Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	Burseraceae	1	10	
Chactecok	<i>Sickingia salvadorensis</i>	Rubiaceae	1	10	
Chechen	<i>Metopium brownei</i>	Anacardiaceae	2	20	
Elemuy	<i>Malmea depressa</i>	Annonaceae	1	10	
Palma Chit	<i>Thrinax radiata</i>	Arecaceae	19	190	
Gusanillo	<i>Lippia umbelata</i>	Leguminosae	1	10	
Hierba santa	<i>Piper auritum</i>	Piperaceae	2	20	
Kaniste	<i>Pouteria campechiana</i>	Sapotaceae	3	30	
Katalox	<i>Swartzia cubensis</i>	Leguminosae	1	10	
Laurelillo	<i>Nectandra sanguinea</i>	Lauraceae	6	60	
Majahua	<i>Hampea trilobata</i>	Malvaceae	1	10	
Naranjillo	<i>Esenbeckia berlandieri</i>	Rutaceae	1	10	
Negrito	<i>Simarouba glauca</i>	Simaroubaceae	1	10	
Cascarillo	<i>Croton reflexifolius</i>	Euphorbiaceae	1	10	
Pomolche	<i>Jatropha gaumeri</i>	Euphorbiaceae	2	20	
Ramón	<i>Brosimum alicastrum</i>	Moraceae	8	80	
Sufricaya	<i>Sapranthus campechianus</i>	Annonaceae	10	100	
Tulipancillo	<i>Malvaviscus arboreus</i>	Malvaceae	3	30	
Uvasche	<i>Ottoschulzia pallida</i>	Icacinaceae	1	10	
Volador	<i>Zuelania guidonia</i>	Flacourtiaceae	1	10	
Yaiti	<i>Gymnantes lucida</i>	Euphorbiaceae	1	10	
Zapote	<i>Manilkara zapota</i>	Sapotaceae	8	80	
Zapotillo	<i>Pouteria reticulata</i>	Sapotaceae	12	120	
Cornezuelo	<i>Acacia cornigera</i>	Leguminosae	2	200	Herbáceo
Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	Burseraceae	1	100	

Nombre común	Nombre científico	Familia	No. Individuos (Sitios de Muestreo)	No. Individuos (Hectárea)	Estrato
Palma Chit	<i>Thrinax radiata</i>	Arecaceae	8	800	
Elemuy	<i>Malmea depressa</i>	Annonaceae	1	100	
Guayabillo	<i>Psidium sartorianum</i>	Combretaceae	4	400	
Huano	<i>Sabal japa</i>	Arecaceae	3	300	
Jabin	<i>Piscidia piscipula</i>	Leguminosae	1	100	
Jobo	<i>Spondias mombin</i>	Anacardiaceae	1	100	
Kaniste	<i>Pouteria campechiana</i>	Sapotaceae	3	300	
Laurelillo	<i>Nectandra sanguinea</i>	Lauraceae	5	500	
Majahua	<i>Hampea trilobata</i>	Malvaceae	4	400	
Cascarillo	<i>Croton reflexifolius</i>	Euphorbiaceae	1	100	
Ramón	<i>Brosimum alicastrum</i>	Moraceae	2	200	
Roble	<i>Ehretia tinifolia</i>	Boraginaceae	1	100	
Tulipancillo	<i>Malvaviscus arboreus</i>	Malvaceae	4	400	
Uña de gato	<i>Uncaria tomentosa</i>	Rubiaceae	1	100	
Yaiti	<i>Gymnantes lucida</i>	Euphorbiaceae	6	700	
Ya'ax niik	<i>Vitex gaumeri</i>	Verbenaceae	1	100	
Zapote	<i>Manilkara zapota</i>	Sapotaceae	6	600	
Zapotillo	<i>Pouteria reticulata</i>	Sapotaceae	6	600	

De acuerdo con los datos plasmados en la tabla anterior, la especie *Thrinax radiata* (Palma Chit), fue la especie que presentó los valores más altos de densidad absoluta en los tres estratos de la vegetación (Arbóreo, Arbustivo y Herbáceo), por lo cual se puede indicar que dicha especie es la predominante en toda la superficie del área que ocupa el Sistema Ambiental.

### **Densidad relativa, Frecuencia relativa y Dominancia relativa**

- ***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 estas.

(S) es el número total de especies obtenido por un censo o muestreo de la comunidad.

- ***Densidad Relativa***

La Densidad, se define como el número de individuos presentes en un área; constituye el valor de importancia más utilizado en las discusiones de poblaciones, aunque puede no ser

útil cuando se comparan poblaciones de individuos de diferentes tamaños; por lo que algunas veces se utiliza el peso seco o biomasa. La fórmula para calcular Densidad Relativa expresada en porcentaje es la siguiente:

$$Densidad\ relativa = \frac{Densidad\ de\ la\ especie\ X}{Densidad\ de\ todas\ las\ especies} \times 100$$

- **Frecuencia Relativa**

La Frecuencia se refiere a la existencia o falta de una determinada especie en una sub parcela, la Frecuencia Absoluta se expresa en porcentaje (100% = existencia de la especie en todas las sub parcelas); la Frecuencia Relativa de una especie, se calcula como su porcentaje en la suma de las Frecuencias Absolutas de todas las especies.

$$Frecuencia = \frac{Número\ de\ sitios\ de\ muestreo\ donde\ aparece\ la\ sp}{Número\ total\ de\ sitios\ de\ muestreo}$$

$$Frecuencia\ relativa = \frac{Frecuencia\ de\ una\ especie}{Suma\ de\ Frecuencias\ de\ todas\ las\ especies} \times 100$$

- **Dominancia Relativa**

La Dominancia, también denominada grado de cobertura de las especies, es la expresión del espacio ocupado por ellas. Se define como la suma de las proyecciones horizontales de troncos de los árboles sobre el suelo. La Dominancia Relativa se calcula como la proporción de una especie en el área total evaluada, expresada en porcentaje. Los valores de Frecuencia, Abundancia y Dominancia, pueden ser calculados no solo para las especies, sino que también, para determinados géneros, familias, formas de vida, (Melo, 2003).

Este valor indicativo de la productividad del bosque puede ser expresada como el Área Basal (*AB*) que corresponde a la sección del tallo a 1.3 m de altura (Matteucci & Colma, 1982).

$$Dominancia\ relativa = \frac{Dominancia\ de\ la\ especie\ X}{Dominancia\ de\ todas\ las\ especies} \times 100$$

Es importante señalar que el parámetro de dominancia relativa, fue calculado para el estrato arbóreo y arbustivo, dado que dicho parámetro, es calculado en función al área basal. Para el estrato herbáceo, únicamente se registró el número de individuos por especie.

Cabe recalcar que los cálculos de los parámetros ambientales, fueron realizados con base en la determinación del número de individuos por especie por hectárea, en cada uno de los estratos de la vegetación.

A continuación, en la Tabla IV.10, se presentan los resultados de los análisis de los parámetros específicos, para cada una de las especies presentes en el estrato arbóreo del Sistema Ambiental del proyecto “Residence Paradise”.

**Tabla IV.10. Indicadores de diversidad y estructura en el estrato arbóreo a nivel especie.**

Especie	Abundancia	Densidad específica		Frecuencia		Dominancia	
		Da	Dr	F	Fr	Doa	Dor
<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	8	8	3.5398	3	3.8961	0.2984	0.4545
<i>Thouinia paucidentata</i>	2	2	0.8850	1	1.2987	0.0568	0.0865
<i>Caesalpinia mollis</i>	2	2	0.8850	1	1.2987	0.0266	0.0405
<i>Sickingia salvadorensis</i>	2	2	0.8850	1	1.2987	0.0226	0.0344
<i>Malmea depressa</i>	4	4	1.7699	2	2.5974	0.2916	0.4441
<i>Punica granatum</i>	8	8	3.5398	3	3.8961	0.4592	0.6994
<i>Cecropia peltata</i>	2	2	0.8850	1	1.2987	0.0628	0.0957
<i>Lippia umbelata</i>	2	2	0.8850	1	1.2987	0.0454	0.0691
<i>Ficus maxima</i>	2	2	0.8850	1	1.2987	0.0628	0.0957
<i>Talisia olivaeformis</i>	18	18	7.9646	4	5.1948	7.3350	11.1720
<i>Spondias mombin</i>	32	32	14.1593	8	10.3896	17.6064	26.8164
<i>Pouteria campechiana</i>	6	6	2.6549	2	2.5974	0.2328	0.3546
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	2	2	0.8850	1	1.2987	0.0158	0.0241
<i>Nectandra sanguinea</i>	18	18	7.9646	7	9.0909	3.7422	5.6998
<i>Thrinax radiata</i>	4	4	1.7699	2	2.5974	0.2660	0.4051
<i>Dendropanax arboreus</i>	14	14	6.1947	4	5.1948	3.2046	4.8809
<i>Cordia alliodora</i>	2	2	0.8850	1	1.2987	0.1558	0.2373
<i>Sapranthus campechianus</i>	4	4	1.7699	2	2.5974	0.1624	0.2474

Especie	Abundancia	Densidad específica		Frecuencia		Dominancia	
		Da	Dr	F	Fr	Doa	Dor
<i>Guettarda combsii</i>	12	12	5.3097	3	3.8961	0.9708	1.4786
<i>Lysiloma latisiliqua</i>	18	18	7.9646	7	9.0909	16.6500	25.3597
<i>Malvaviscus arboreus</i>	22	22	9.7345	7	9.0909	4.6332	7.0568
<i>Coccoloba spicata</i>	8	8	3.5398	3	3.8961	0.2984	0.4545
<i>Gymnantes lucida</i>	2	2	0.8850	1	1.2987	0.0568	0.0865
<i>Manilkara zapota</i>	2	2	0.8850	1	1.2987	0.0266	0.0405
<i>Pouteria reticulata</i>	2	2	0.8850	1	1.2987	0.0226	0.0344
	<b>226</b>	<b>226</b>	<b>100</b>	<b>77</b>	<b>100</b>	<b>65.6554</b>	<b>100</b>

En el estrato arbóreo se presentó la mayor riqueza específica, dado que, en dicho estrato, fueron identificadas 25 especies.

La especie *Thrinax radiata* (Palma Chit), se encuentra distribuidas a través de la mayor parte de las áreas con vegetación presente en el Sistema Ambiental, dado que fue identificada en ocho de los 10 sitios de muestreo realizados, seguida de las especies *Manilkara zapota* (Zapote) y *Pouteria reticulata* (Zapotillo), las cuales fueron identificadas en siete de los 10 sitios de muestreo realizados, dentro del estrato arbóreo.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se puede indicar que la especie dominante es *Thrinax radiata* (Palma Chit), ya que presenta el valor más alto de dominancia relativa 26.8164 (26.8%), lo cual es congruente, derivado de los resultados obtenidos del valor de la abundancia de esta especie en el predio, así como su distribución en el mismo. La especie *Manilkara zapota* (Zapote), tuvo un valor de dominancia relativa de 25.3597 (25.3%) lo anterior a pesar de no tener la misma abundancia y distribución que la Palma Chit, pero los individuos identificados de esta especie ocuparon una mayor superficie (área basal).

A continuación, en la Tabla IV.11, se presentan los resultados de los análisis de los parámetros específicos en el estrato arbustivo presente en el Sistema Ambiental del proyecto “Residence Paradise”.

**Tabla IV.11. Indicadores de diversidad y estructura en el estrato arbustivo a nivel especie.**

Especie	Abundancia	Densidad específica		Frecuencia		Dominancia	
		Da	Dr	F	Fr	Doa	Dor
<i>Thevetia gaumeri</i>	10	10	1.1236	1	1.7544	0.038	0.2044

Especie	Abundancia	Densidad específica		Frecuencia		Dominancia	
		Da	Dr	F	Fr	Doa	Dor
<i>Thouinia paucidentata</i>	10	10	1.1236	1	1.7544	0.010	0.0538
<i>Bursera simaruba</i>	10	10	1.1236	1	1.7544	0.020	0.1076
<i>Sickingia salvadorensis</i>	10	10	1.1236	1	1.7544	0.016	0.0861
<i>Metopium brownei</i>	20	20	2.2472	2	3.5088	0.154	0.8284
<i>Malmea depressa</i>	10	10	1.1236	1	1.7544	0.038	0.2044
<i>Thrinax radiata</i>	190	190	21.3483	9	15.7895	4.636	24.9395
<i>Lippia umbelata</i>	10	10	1.1236	1	1.7544	0.010	0.0538
<i>Piper auritum</i>	20	20	2.2472	2	3.5088	0.046	0.2475
<i>Pouteria campechiana</i>	30	30	3.3708	2	3.5088	0.249	1.3395
<i>Swartzia cubensis</i>	10	10	1.1236	1	1.7544	0.010	0.0538
<i>Nectandra sanguinea</i>	60	60	6.7416	2	3.5088	1.416	7.6174
<i>Hampea trilobata</i>	10	10	1.1236	1	1.7544	0.038	0.2044
<i>Esenbeckia berlandieri</i>	10	10	1.1236	1	1.7544	0.064	0.3443
<i>Simarouba glauca</i>	10	10	1.1236	1	1.7544	0.028	0.1506
<i>Croton reflexifolius</i>	10	10	1.1236	1	1.7544	0.007	0.0377
<i>Jatropha gaumeri</i>	20	20	2.2472	1	1.7544	0.044	0.2367
<i>Brosimum alicastrum</i>	80	80	8.9888	6	10.5263	1.680	9.0376
<i>Sapranthus campechianus</i>	100	100	11.2360	7	12.2807	3.580	19.2587
<i>Malvaviscus arboreus</i>	30	30	3.3708	2	3.5088	0.315	1.6946
<i>Ottoschulzia pallida</i>	10	10	1.1236	1	1.7544	0.020	0.1076
<i>Zuelania guidonia</i>	10	10	1.1236	1	1.7544	0.016	0.0861
<i>Gymnantes lucida</i>	10	10	1.1236	1	1.7544	0.038	0.2044
<i>Manilkara zapota</i>	80	80	8.9888	4	7.0175	1.544	8.3060

Especie	Abundancia	Densidad específica		Frecuencia		Dominancia	
		Da	Dr	F	Fr	Doa	Dor
<i>Pouteria reticulata</i>	120	120	13.4831	6	10.5263	4.572	24.5952
	<b>890</b>	<b>890</b>	<b>100</b>	<b>57</b>	<b>100</b>	<b>18.59</b>	<b>100</b>

La riqueza específica en el estrato arbustivo, fue la misma presentada en el estrato arbóreo dado que igualmente fueron identificadas 25 especies en dicho estrato

Con respecto a la frecuencia, la especie *Thrinax radiata* (Palma Chit), se presentó en nueve de los 10 sitios de muestreo realizados en el área del Sistema Ambiental, por lo tanto, es la especie que presenta mejor distribución dentro del estrato arbustivo.

En el estrato arbustivo las especies dominantes fueron *Thrinax radiata* (Palma Chit) y *Pouteria reticulata* (Zapotillo), dado que presentaron un valor de dominancia relativa de 24.9395 (24.93%) y 24.5952 (24.5%) respectivamente, puesto que fueron las especies que presentaron mayor abundancia, así como una adecuada distribución a través del predio.

A continuación, en la Tabla IV.12, se presentan los resultados de los análisis de los parámetros específicos en el estrato herbáceo del Sistema Ambiental del proyecto “Residence Paradise”.

**Tabla IV.12. Indicadores de diversidad y estructura en el estrato herbáceo a nivel especie.**

Especie	Abundancia	Densidad específica		Frecuencia	
		Da	Dr	F	Fr
<i>Acacia cornigera</i>	200	200	3.2787	2	3.2787
<i>Bursera simaruba</i>	100	100	1.6393	1	1.6393
<i>Thrinax radiata</i>	800	800	13.1148	8	13.1148
<i>Malmea depressa</i>	100	100	1.6393	1	1.6393
<i>Psidium sartorianum</i>	400	400	6.5574	4	6.5574
<i>Sabal japa</i>	300	300	4.9180	3	4.9180
<i>Piscidia piscipula</i>	100	100	1.6393	1	1.6393
<i>Spondias mombin</i>	100	100	1.6393	1	1.6393
<i>Pouteria campechiana</i>	300	300	4.9180	3	4.9180
<i>Nectandra sanguinea</i>	500	500	8.1967	5	8.1967
<i>Hampea trilobata</i>	400	400	6.5574	4	6.5574
<i>Croton reflexifolius</i>	100	100	1.6393	1	1.6393
<i>Brosimum alicastrum</i>	200	200	3.2787	2	3.2787
<i>Ehretia tinifolia</i>	100	100	1.6393	1	1.6393
<i>Malvaviscus arboreus</i>	400	400	6.5574	4	6.5574
<i>Uncaria tomentosa</i>	100	100	1.6393	1	1.6393
<i>Gymnantes lucida</i>	600	600	9.8361	6	9.8361

Especie	Abundancia	Densidad específica		Frecuencia	
		Da	Dr	F	Fr
<i>Vitex gaumeri</i>	100	100	1.6393	1	1.6393
<i>Manilkara zapota</i>	600	600	9.8361	6	9.8361
<i>Pouteria reticulata</i>	600	600	9.8361	6	9.8361
	<b>6,100</b>	<b>6100</b>	<b>100</b>	<b>61</b>	<b>100</b>

En el estrato herbáceo, fue donde se presentó la mayor abundancia, pero una menor riqueza de especies, dado que en dicho estrato fueron identificadas solamente 20 especies.

La especie *Thrinax radiata* (Palma Chit), se encuentra distribuida a través de la mayor parte de las áreas con vegetación del Sistema Ambiental, dado que dicha especie fue identificada en ocho de los 10 sitios de muestreo realizados.

*Thrinax radiata* (Palma chit), fue la especie que presentó mayor abundancia dentro del SA; siguiendo la misma dinámica que se presentó en los estratos arbóreo y arbustivo.

### **Valor de Importancia (VI), e Índice de Valor de Importancia (IVI)**

Se obtuvo el Índice de Valor de importancia para cada especie con la fórmula: (IVI) = densidad relativa + frecuencia relativa + dominancia relativa de cada especie (Krebs, 1986), donde densidad relativa = % de individuos para cada especie/total de individuos de la comunidad, frecuencia relativa = % de ocurrencia de cada especie en las unidades de muestreo/la suma de frecuencias relativas de todas las especies de la comunidad, y dominancia relativa = % del área basal para cada especie/total del área basal de la comunidad.

La suma de las tres medidas relativas mencionadas en el apartado anterior, y calculadas para cada especie constituye un índice denominado el Valor de Importancia (VI) = DRi + Fri + Dori. El valor de VI puede fluctuar de 0 a 3.00 (o 300%). Al dividir el VI por 3, se obtiene el IVI, que es 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.

Para el caso del estrato herbáceo, el valor de importancia ecológica, fue calculado a partir de la suma (VI) = DRi + Fri, dado que para este estrato no puede ser calculado el parámetro de Dominancia relativa. En este caso para encontrar el Valor de VI, solamente se divide entre 2, y los valores pueden fluctuar entre 0 a 2.00 (o 200%).

Con este Índice es posible comparar el peso ecológico de cada especie dentro del ecosistema. La obtención de Índices de Valor de Importancia similares para las especies indicadoras, sugieren la igualdad o por lo menos la semejanza del rodal en su composición, estructuras, sitio y dinámica (Melo, 2003).

En la Tabla IV.13, se presentan los resultados Valor de Importancia Relativa (VIR), y el porcentaje de importancia de cada de una de las especies presentes en los diferentes estratos de la vegetación identificada en el Sistema Ambiental.

**Tabla IV.13. Valor de importancia (VI) e Índice de Valor de importancia (IVI) en los diferentes estratos de la vegetación.**

Nombre Común	Especie	VI	IVI (%)
<b>Estrato Arbóreo</b>			
Caracolillo	<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	25.39	8.46
Canchunup	<i>Thouinia paucidentata</i>	7.61	2.54
Chacteviga	<i>Caesalpinia mollis</i>	2.29	0.76
Chactecok	<i>Sickingia salvadorensis</i>	17.03	5.68
Elemuy	<i>Malmea depressa</i>	7.89	2.63
Granada de monte	<i>Punica granatum</i>	2.27	0.76
Guarumbo	<i>Cecropia peltata</i>	2.22	0.74
Gusanillo	<i>Lippia umbelata</i>	2.22	0.74
Álamo	<i>Ficus maxima</i>	4.81	1.60
Huaya	<i>Talisia olivaeformis</i>	8.14	2.71
Jobo	<i>Spondias mombin</i>	2.28	0.76
Kaniste	<i>Pouteria campechiana</i>	2.25	0.75
Kitamche	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	2.28	0.76
Laurelillo	<i>Nectandra sanguinea</i>	24.33	8.11
Palma Chit	<i>Thrinax radiata</i>	51.37	17.12
Sacchaca	<i>Dendropanax arboreus</i>	5.61	1.87
Solerilla	<i>Cordia alliodora</i>	2.21	0.74
Sufricaya	<i>Sapranthus campechianus</i>	22.76	7.59
Taastab	<i>Guettarda combsii</i>	4.77	1.59
Tzalam	<i>Lysiloma latisiliqua</i>	16.27	5.42
Tulipancillo	<i>Malvaviscus arboreus</i>	2.42	0.81
Boob	<i>Coccoloba spicata</i>	4.61	1.54
Yaiti	<i>Gymnantès lucida</i>	10.68	3.56
Zapote	<i>Manilkara zapota</i>	25.39	8.46
Zapotillo	<i>Pouteria reticulata</i>	7.61	2.54
		<b>300</b>	<b>100</b>
<b>Estrato Arbustivo</b>			
Akitz	<i>Thevetia gaumeri</i>	3.08	1.03
Canchunup	<i>Thouinia paucidentata</i>	2.93	0.98
Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	2.99	1.00
Chactecok	<i>Sickingia salvadorensis</i>	2.96	0.99
Chechen	<i>Metopium brownei</i>	6.58	2.19
Elemuy	<i>Malmea depressa</i>	3.08	1.03
Palma Chit	<i>Thrinax radiata</i>	62.08	20.69
Gusanillo	<i>Lippia umbelata</i>	2.93	0.98
Hierba santa	<i>Piper auritum</i>	6.00	2.00
Kaniste	<i>Pouteria campechiana</i>	8.22	2.74

Nombre Común	Especie	VI	IVI (%)
Katalox	<i>Swartzia cubensis</i>	2.93	0.98
Laurelillo	<i>Nectandra sanguinea</i>	17.87	5.96
Majahua	<i>Hampea trilobata</i>	3.08	1.03
Naranjillo	<i>Esenbeckia berlandieri</i>	3.22	1.07
Negrilo	<i>Simarouba glauca</i>	3.03	1.01
Cascarillo	<i>Croton reflexifolius</i>	2.92	0.97
Pomolche	<i>Jatropha gaumeri</i>	4.24	1.41
Ramón	<i>Brosimum alicastrum</i>	28.55	9.52
Sufricaya	<i>Sapranthus campechianus</i>	42.78	14.26
Tulipancillo	<i>Malvaviscus arboreus</i>	8.57	2.86
Uvasche	<i>Ottoschulzia pallida</i>	2.99	1.00
Volador	<i>Zuelania guidonia</i>	2.96	0.99
Yaiti	<i>Gymnantes lucida</i>	3.08	1.03
Zapote	<i>Manilkara zapota</i>	24.31	8.10
Zapotillo	<i>Pouteria reticulata</i>	48.60	16.20
		<b>300</b>	<b>100</b>
<b>Estrato Herbáceo</b>			
Cornezuelo	<i>Acacia cornigera</i>	6.56	3.28
Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	3.28	1.64
Palma Chit	<i>Thrinax radiata</i>	26.23	13.11
Elemuy	<i>Malmea depressa</i>	3.28	1.64
Guayabillo	<i>Psidium sartorianum</i>	13.11	6.56
Huano	<i>Sabal japa</i>	9.84	4.92
Jabin	<i>Piscidia piscipula</i>	3.28	1.64
Jobo	<i>Spondias mombin</i>	3.28	1.64
Kaniste	<i>Pouteria campechiana</i>	9.84	4.92
Laurelillo	<i>Nectandra sanguinea</i>	16.39	8.20
Majahua	<i>Hampea trilobata</i>	13.11	6.56
Cascarillo	<i>Croton reflexifolius</i>	3.28	1.64
Ramón	<i>Brosimum alicastrum</i>	6.56	3.28
Roble	<i>Ehretia tinifolia</i>	3.28	1.64
Tulipancillo	<i>Malvaviscus arboreus</i>	13.11	6.56
Uña de gato	<i>Uncaria tomentosa</i>	3.28	1.64
Yaiti	<i>Gymnantes lucida</i>	19.67	9.84
Ya'ax niik	<i>Vitex gaumeri</i>	3.28	1.64
Zapote	<i>Manilkara zapota</i>	19.67	9.84
Zapotillo	<i>Pouteria reticulata</i>	19.67	9.84
		<b>200</b>	<b>100</b>

Derivado de los resultados del Índice de Valor de Importancia obtenido para cada uno de los estratos, podemos indicar lo siguiente:

Para los tres estratos de la vegetación (Arbóreo, Arbustivo y Herbáceo), la especie *Thrinax radiata* (Palma Chit), es la que presentó el valor más alto de importancia ecológica (IVI, 17.12%, 20.69% y 13.11% respectivamente), dichos resultados son debido a que dicha

especie presentó los valores más altos de abundancia, así como a su distribución a través de la superficie total del área del Sistema Ambiental, dentro de los tres diferentes estratos.

### **Análisis de la vegetación por estratos (Shannon-Wiener, Simpson, Pielou)**

#### **Indicadores de estructura (Dominancia)**

- ***Índice de Simpson***

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  $1-\lambda$ .

$$\text{Índice de Simpson} = \sum pi^2$$

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.

#### **Indicadores de Equitatividad**

- **Índice de Equitatividad Pielou**

La equitatividad ( $J'$ ) es que tan uniformemente están distribuidos los individuos entre las especies (Newman, 2003). Esto refleja la distribución de individuos entre especies (Clements y Newman, 2002).

Es una relación entre Diversidad y Riqueza biológica o lo que es igual, la proporción entre diversidad obtenida y máxima posible, la equitatividad obtendrá siempre valores entre 0 y 1 y debe ser siempre analizada con los resultados de diversidad.

Una de las formas más sencillas para estimar la equitatividad es a partir de la abundancia de la especie dominante. El valor de E se acerca a cero cuando una especie domina sobre todas las demás en la comunidad, y se acerca a 1 cuando todas las especies comparten abundancias similares (Clements y Newman, 2002).

$$J' = H' / \log (s)$$

Donde:

$J'$  = Equitatividad

H' = índice de diversidad de Shannon-Wiener

S = Número de especies

**Indicadores de diversidad**

- **Índice de diversidad de Shannon-Wiener**

La diversidad se ha calculado de acuerdo con el índice de Shannon-Weiner 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.

$$H' = -\sum pi \log (pi)$$

Donde:

H' = Diversidad (bits/individuo)

S = Número de especies

pi = Proporción del número de individuos de la especie i con respecto al total (n/N)

A continuación, se presenta una tabla resumen en el cual se ejemplifican los resultados de los índices que han sido calculados (Tabla IV.14).

**Tabla IV.14. Resumen de los indicadores de diversidad y estructura de la vegetación en sus tres estratos en el área del Sistema Ambiental del proyecto “Residence Paradise”.**

	Riqueza Específica	Dominancia	Diversidad	Equitatividad
Estratos	S	Índice de Simpson	Índice de Shannon-Wiener	Índice de Pielou
<b>Arbóreo</b>	25	0.0724	2.8431	0.8833
<b>Arbustivo</b>	25	0.1026	2.6509	0.8235
<b>Herbáceo</b>	20	0.0750	2.7513	0.9184

Cabe señalar que los índices de Simpson (Dominancia), Shannon-Wiener (Diversidad) y Pielou (Equitatividad), fueron calculados mediante análisis realizados en hojas de cálculo de Excel (2016), y los resultados se corroboraron utilizando el programa bio estadístico Primer 5.

Como se puede observar, el estrato arbóreo presenta un valor de Dominancia (índice de Simpson) de 0.0724; lo anterior nos indica que existe un 7.2% de probabilidad de que dos individuos tomados al azar sean de la misma especie; lo anterior se encuentra ligado al

resultado obtenido de índice de equitatividad de Pielou, del cual se obtuvo un valor de 0.8833 para este estrato (el valor más alto de los tres estratos de la vegetación), lo cual indica dado su valor cercano a 1, que los individuos del estrato arbóreo, comparten abundancias similares, por lo tanto no se presenta la dominancia de alguna especie. Con respecto al valor del índice de diversidad (2.8431), se puede considerar un valor medio, dado que apenas el resultado obtenido es mayor a dos; lo anterior, dado que fueron identificadas 25 especies en dicho estrato, y una de las especies fue identificada en todos ocho de los 10 sitios de muestreo que fueron realizados en el área, lo cual es un reflejo de la distribución de las especies dentro del predio. En este estrato se obtuvo el valor más alto de biodiversidad, lo cual se da por el hecho de que es el estrato con mayor riqueza de especies, y presenta una distribución de sus especies en todos los sitios de muestreo realizados, así como también comparten abundancias similares, y por ello el valor de índice de Simpson determinado para este estrato fue bajo.

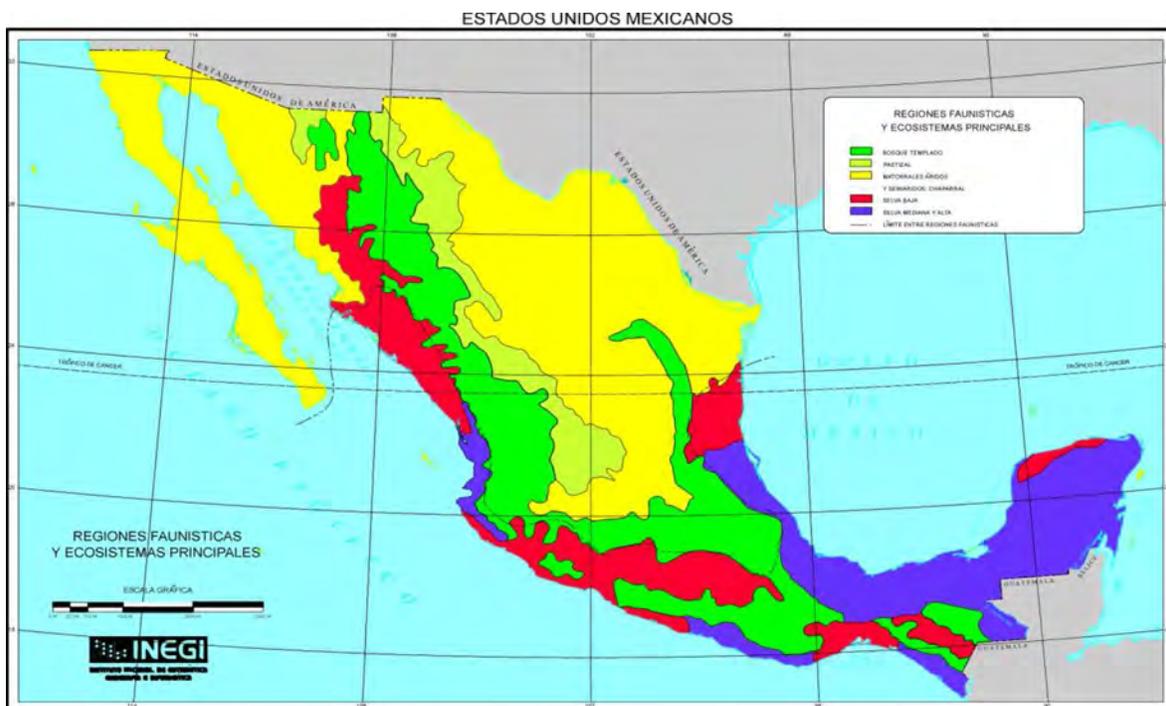
Con respecto al estrato arbustivo, podemos observar que el índice de Simpson presenta el valor más alto de los tres estratos (0.1026), lo cual nos indica que existe una probabilidad de 10.2%, de que al tomar dos individuos sean de la misma especie; lo anterior derivado de que existe un mayor número de individuos en este estrato, y el mismo número de especies de las que fueron identificadas para el estrato arbóreo. Con respecto al valor obtenido, del índice de Pielou, indica que existen abundancias similares entre las especies, ya que el valor de este índice se encuentra cercano a 1 (0.8235); en este estrato el índice de Pielou fue el más bajo lo anterior independientemente de presentar la misma riqueza específica que en el estrato arbóreo, pero se infiere que existe una mejor distribución de las abundancias presentes en el estrato arbóreo, siendo que en este estrato la dominancia de la especie *Thrinax radiata* (Palma chit), es más marcada que en el estrato arbóreo. En este estrato se presentó el valor más bajo de los tres estratos en cuanto a Diversidad (2.6509), lo anterior independientemente de que se tiene mayor abundancia, y el mismo valor de riqueza de especies que en el estrato arbóreo. Al igual que en el estrato arbóreo, el índice de Shannon-Wiener es medio, dado que el valor determinado, es un poco mayor a dos.

El estrato herbáceo presentó el valor más alto del índice de Pielou de 0.9184, lo anterior independientemente de haber tenido la menor riqueza de especies presente dentro de los tres estratos de la vegetación, así como su mayor abundancia, lo cual se puede corroborar con un valor menor del índice de Simpson, que el determinado en el estrato arbustivo. De acuerdo con lo descrito anteriormente, para el valor del índice de Simpson, se obtuvo que en el estrato herbáceo se presentó se tiene un valor de 0.0750 (7.5%), lo cual indica que existe una probabilidad del 7.5% de que, al tomar dos individuos al azar, sean de la misma especie; lo anterior debido a la mejor distribución de las abundancias de todas las especies presentes en dicho estrato. Con respecto al valor del Índice de Diversidad de Shannon-Wiener, el estrato herbáceo presentó el valor medio de los calculados para el predio (2.7513), lo anterior aún derivado de la menor riqueza de especies a la presentada en el estrato arbustivo, pero con una mejor distribución de las abundancias de las especies identificadas en el estrato herbáceo.

Es importante señalar que en los ecosistemas naturales la diversidad específica (Índice de Shannon-Wiener), comúnmente debe oscilar entre valores de 2 y 3; lo determinado para el Sistema Ambiental del proyecto “Residence Paradise” en sus estratos arbóreo y arbustivo, fue apenas mayor a 2, y en el estrato herbáceo, fue inferior a 2; lo cual nos indica que la diversidad específica en el predio es baja; lo anterior debido a que la zona se encuentra inmerso dentro de un área turístico habitacional, en la cual se encuentran diversos desarrollos, lo cual ha fraccionado e impactado las características originales de la vegetación.

Margalef (1972), Magurran (2004), y Ramírez (2006), indican que, en los ecosistemas naturales, la diversidad (Índice de Shannon-Wiener), es considerada baja, cuando los valores son menores a 2, media cuando oscila entre 3 y 5, y alta cuando superan el valor de 5. Con base en lo anterior, se puede indicar que la diversidad presente en el área del sistema ambiental del proyecto “Residence Paradise” es baja, debido a que en el estrato arbóreo apenas fue ligeramente mayor a dos, y para los estratos arbustivo y herbáceo, fue inferior a este valor; lo anterior derivado de los diversos impactos antropogénicos que actualmente se han dado en la zona.

**Fauna**



**Figura IV.30. Regiones Faunísticas de la República Mexicana (INEGI, 2005)**

A nivel mundial, una de las regionalizaciones faunísticas más aceptables es la propuesta por P. L. Sclater y A.L. Wallace, que divide a América en dos regiones: Neártica y Neotropical, cuyos límites se encuentran precisamente en territorio mexicano y siguen, de manera muy irregular, la línea del Trópico de Cáncer.

La fauna de Quintana Roo se presenta dentro de la regionalización biogeográfica del Dominio Neotropical; Región Mesoamericana de la Provincia Biótica Yucateca (INEGI 2005) (Fig. IV.30).

En general para la región se observan las siguientes clases de fauna (cabe hacer notar que es un estimado de las especies reportadas, puede variar el número de especies o familias y géneros dependiendo el autor que se consulte) (Tabla IV.15).

**Tabla IV.15. Diversidad faunística reportada para el Estado de Quintana Roo.**

Clase	Familia	Géneros	Especies
Anfibios	7	15	20
Réptiles	21	68	100
Aves	62	260	426
Mamíferos	28	66	96
Peces	7	14	27
Total	125	423	669

Como se indica en la tabla anterior, la región presenta una fauna terrestre de afinidades netamente tropicales, compuesta por aproximadamente 669 especies, de las cuales la mayoría son aves, seguidas de mamíferos, réptiles y anfibios, además de peces. Esta diversidad de especies es bastante consistente con lo observado en selvas tropicales estacionales y caducifolias, como las de la Península de Yucatán, y la costa del Pacífico.

El Estado cuenta con una gran variedad de réptiles: se han reportado 95 especies que se distribuyen en 14 familias, contrariamente a lo que se cree la mayoría de los reptiles son útiles, ya que ayudan a mantener el control de algunos organismos considerados plagas como son los ratones, solamente algunas especies son peligrosas. Se registran dos especies endémicas: La tortuga pochitoque (*Kinosternon creaseri*), y la lagartija cozumelena (*Sceloporus cozumelae*).

El Estado es rico en especies de aves, en este territorio se observan muchas especies del norte y del sur, es decir es una zona de confluencia de las zonas neártica y neotropical, la gran variedad de ambientes, y diferentes tipos de vegetación son el sitio ideal para el refugio y alimentación, de una gran variedad de aves. Para el estado se han reportado 338 especies representadas, en 45 familias, entre las que podemos distinguir aves endémicas, es decir aquellas que residen en la región durante todo el año, aves que emigran del norte para pasar el invierno en la zona, y aves de paso.

En Quintana Roo, se han reportado 79 especies de mamíferos, distribuidos en 23 familias. Podemos mencionar algunas especies endémicas como: la ardilla yucateca (*Sciurus yucatanicus*), el murciélago amarillo yucateco (*Rhogeessa aeneus*); el murciélago mastín (*Molossus bondae*) y el mapache enano (*Procyon pygmaeus*), estos dos últimos confinados a Cozumel.

El grupo de los peces está representado en el Estado por una gran variedad de especies, tanto marinas como de agua dulce, los cuerpos de agua interiores poseen una gran diversidad de peces, de esta manera tenemos que para Quintana Roo, se reportan 86 especies de peces continentales, que se distribuyen en 30 familias, muchas de estas especies tienen un alto valor comercial.

En Quintana Roo, se observan algunas especies que pueden tener alguna importancia, ya sea ecológica, cinegética o aquellas consideradas dentro de algún status de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, misma que enlista las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y sujetas a protección especial, y en la cual se establecen especificaciones para su protección. De esta manera tenemos que para el Estado se reportan 10 especies de peces en alguna de estas categorías de protección, de la misma manera, se reportan 41 reptiles, 47 aves y 22 mamíferos.

Para Quintana Roo, se han registrado 56 especies endémicas, 4 endémicas para México en el continente, y una con distribución muy limitada. El mayor número fue registrado en la Clase Aves; seguida por la Clase Réptiles, y finalmente la Clase Anfibios; sin embargo, no se han registrado de la Clase Mamíferos, a pesar de que un número considerable de especies son endémicas para esta Clase en la Península, incluyendo a los países de Belice, y Guatemala.

Las selvas estacionales de la Península de Yucatán, presentan grados relativamente bajos de endemismo de vertebrados terrestres, muy por abajo de los niveles que hay en las selvas de la vertiente del Pacífico, pero mayores de los que presentan otros ecosistemas, incluyendo a las selvas altas perennifolias. Las especies endémicas de la región son de tamaños corporales pequeños.

### **Análisis de la Fauna en el área del Sistema Ambiental**

De acuerdo con diversos estudios realizados en la zona, en el área de estudio se han registrado 31 especies de mamíferos, 23 de estas especies aparecen en los listados de Bacalar Chico, Belice (Dotherow, 1995 Somerville y Samos, 1995). Entre las especies registradas se encuentran los temazates (*Mazama americana* o *M. pandora*), el zorrillo espalda blanca (*Conepatus semistriatus*), la comadreja (*Mustela frenata*) y seis especies de murciélagos (*Pteronotus parnelli*, *Artibeus intermedius*, *A. lituratus*, *Mormoops megalophyla*, *Sturnira lillium* y *Dermanura phaeotis*) (Meredíz y MacKinnon, 1997).

Otras especies de mamíferos reportadas y que también son consideradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como en peligro de extinción son el jaguar (*Panthera onca*), ocelote (*Leopardus pardalis*), el tigrillo (*Leopardus wieddi*), el manatí (*Trichechus manatus*), y el viejo de monte (*Eira barbara*). El leoncillo (*Herpailurus yagouaroundi*) y el cacomixtle (*Bassariscus*

*sumichrasti*), también reportadas, se encuentran dentro de la categoría de especies amenazadas y raras respectivamente.

Para el análisis de la Fauna en el área del sistema ambiental, fueron realizados muestreos en cuatro diferentes áreas (Tabla IV.16).

**Tabla IV.16. Zonas de muestreo para el análisis de fauna en el área del Sistema Ambiental.**

Sitio	X	Y
1	504207.95	2295820.04
2	504348.27	2295880.34
3	503914.40	2295997.66
4	504003.13	2295877.14

Para cada grupo faunístico, fueron realizados diferentes métodos de muestreo, los cuales se describen a continuación:

**Grupo: Mamíferos**

Las herramientas utilizadas fueron trampas Sherman para roedores (ratones), ubicadas a una distancia entre cada trampa de 30 metros aproximadamente. Las trampas Sherman fueron cebadas con maíz quebrado con vainilla como atractivo dirigido hacia los ratones; éstas trampas se colocaron al atardecer y al día siguiente por la mañana muy temprano fueron revisadas, levantadas y en su caso tomados los datos identificando a los ejemplares atrapados. Cada ejemplar atrapado fue liberado inmediatamente posterior a su identificación taxonómica con guías bibliográficas (Peterson/Chalif, Ceballos, Aranda, Reid A. Fiona, etc.) y sesión fotográfica; para ello, se aplicaron técnicas faunísticamente hablando como son los Métodos directo e indirecto. Fueron colocadas también 2 trampas Tomahawk distantes entre ellas de aproximadamente 200 metros. Éstas fueron cebadas con partes de pollo fresco, y fueron manipuladas con guantes de carnaza, con el objeto de no dejar nuestro olor corporal.

**Grupo: Aves**

Para el caso de las aves, también se empleó el método de captura por medio de una red de niebla de 12 metros de longitud, y de 36 mm de luz de malla. La red ornitológica fue colocada por la tarde entre dos postes verticales de 3-4 m y se aseguraron en cada extremo con cuerdas, limpiando alrededor de ellas para evitar que la misma se enrede con la vegetación; terminada su colocación ésta fue cerrada, y al día siguiente muy temprano, antes de la salida del sol fue abierta para iniciar el muestreo.

El horario de muestreo fue de 6:00 a 12:00 horas; las revisiones se efectuaron cada 30 minutos para evitar la mortandad por exposición prolongada al sol, asfixia o en su caso de cualquier depredador. Para su determinación taxonómica se utilizó la literatura apropiada (Guía de Campo de las Aves de México, Peterson y Chaliff, 1989).

**Grupo: Anfibios y Reptiles**

Para el registro de Anfibios y Réptiles dentro de las zonas de muestreo, se empleó el método de búsqueda directa, que consistió en recorrer la zona contemplada con vegetación de Selva Mediana, revisando acumulaciones de hojarasca, troncos, corteza de los troncos, debajo de piedras, etc. Los muestreos se realizaron en dos diferentes horarios con el fin de registrar especies diurnas y nocturnas; los recorridos se efectuaron a partir de las 6:00 a 15:00 hrs. y de 15:00 a 21:00 hrs.

Se preparó una trampa para atrapar Ofidios (culebras y serpientes), que consistió en instalarla en una brecha o Transecto; la trampa consiste en una lámina lisa con una longitud de 10 metros y ancho de 0.90 m; ésta fue apuntalada con cuerdas y varas, de tal manera que estuviera verticalmente formando una barrera, en el cual a los lados de dicha lámina se colocaron unos encierros especiales y fabricados con malla (“miriñaque”) de aluminio (por su rigidez), en donde quedan atrapados los ejemplares. La captura consiste en que algún ejemplar en sus movimientos y búsqueda de alimento, toparse con la barrera metálica y continuar su recorrido a lo largo de la misma, hasta quedar atrapado en el encierro fabricado con la malla, sin permitir salirse de la misma. En el supuesto de su atrape a través de esta trampa, el manejo adecuado es la utilización de ganchos herpetológicos.

**Resultados del Muestreo**

*Grupo: Mamíferos*

De las trampas Sherman cebadas y ubicadas en zona de vegetación, no se tuvo éxito al capturar algún espécimen de fauna. No hubo resultado de las 2 Trampas Tomahawk, en los dos días consecutivos en que estuvieron aperturadas. Éstas fueron monitoreadas 3 veces al día, con el objeto de checar las condiciones del cebo y si algún ejemplar de mamífero estuviera atrapado.

Los especímenes de fauna enlistados, fueron identificados mediante observación directa (método de transectos). En la tabla IV.17, se presentan los resultados del muestreo para la clase mamíferos.

**Tabla IV.17. Especies de mamíferos identificados en los sitios de muestreo.**

No.	Nombre común	Nombre científico	Familia	Cantidad	A/O/R *	Estatus NOM-059
1	Tepezcuintle	<i>Cuniculus paca</i>	Cuniculidae	1	O	-
2	Tejón	<i>Nasua narica</i>	Procyonidae	8	O	-
3	Ardilla	<i>Sciurus yucatanensis</i>	Sciuridae	4	O	-
4	Tlacuache	<i>Didelphis marsupialis</i>	Didelphidae	3	O	-

- \*A: Atrapado
- \*O: Observado
- \*R: Rastros

*Grupo: Aves*

Empleando el Método Directo y a través de la red ornitológica instalada, no se atraparon ejemplares de Aves; por lo cual las especies identificadas fueron por el método de observación (sin atrapar), finalmente se avistaron un total siete especies, y 23 ejemplares (Tabla IV.18).

**Tabla IV.18. Especies de aves identificadas en los sitios de muestreo.**

No.	Nombre común	Nombre científico	Familia	Cantidad	A/O/R *	Estatus NOM-059
1	Zanate mexicano	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Scolopacidae	6	O	-
2	Zopilote	<i>Coragyps atratus</i>	Cathartidae	2	O	-
3	Chachalaca	<i>Ortalis ruficauda</i>	Cracidae	2	O	-
4	Bienteveo común	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Tyrannidae	4	O	-
5	Pinzón mexicano	<i>Haemorhous mexicanus</i>	Fringillidae	2	O	-
6	Paloma de collar turca	<i>Streptopelia decaocto</i>	Columbidae	4	O	-
7	Centzontle tropical	<i>Mimus gilvus</i>	Mimidae	3	O	-

*Grupo: Anfibios y Reptiles*

No se tuvieron resultados de ejemplares de serpientes capturadas a través de la trampa colocada; para esta clase faunística solamente se observaron 4 ejemplares de Iguana rayada, (*Ctenosaura similis*). Es importante señalar que no fue identificada ninguna especie del grupo faunístico anfibio.

**Tabla IV.19. Especies de réptiles identificados en los sitios de muestreo.**

No.	Nombre común	Nombre científico	Familia	Cantidad	A/O/R *	Estatus NOM-059
1	Iguana rayada	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguanidae	4	O	Amenazada

**Índices**

Para determinar la diversidad de especies presentes en el área del Sistema Ambiental donde se ubica el predio, se realizó el análisis de índices de Shannon y se determinó la similitud encontrada, para cada grupo faunístico. En la tabla IV.20, se presentan los resultados para la clase mamíferos.

**Tabla IV.20. Índice de diversidad de mamíferos.**

Clase	Individuos	Abundancia relativa (pi)	ln(pi)	(pi) * ln(pi)
Tepezcuintle	1	0.063	-2.7726	-0.1733
Tejón	8	0.500	-0.6931	-0.3466
Ardila	4	0.250	-1.3863	-0.3466

Clase	Individuos	Abundancia relativa (pi)	ln(pi)	(pi) * ln(pi)
Tlacuache	3	0.188	-1.6740	-0.3139
Riqueza = 4	<b>16</b>			<b>1.1803</b>

Índice de diversidad de Shannon: = 1.1803

Riqueza S =4

H max = Ln S = 1.3863

Equitatividad (J) J= H/Hmax =0.8514

De acuerdo con los resultados presentados, la riqueza específica para la clase mamíferos es de cuatro, dado que fueron 4 especies las que fueron identificadas. El índice de diversidad es bajo, dado que es inferior a 2 (1.1803). el valor de equitatividad nos indica que las abundancias de los mamíferos se encuentran bien distribuidas, dado que el resultado para este índice es cercano a 1 (0.8514).

A continuación, en la Tabla IV.21, se presentan los resultados de la clase faunística Aves.

**Tabla IV.21. Índice de diversidad de aves.**

Clase	Individuos	Abundancia relativa (pi)	ln(pi)	(pi) * ln(pi)
Zanate mexicano	6	0.261	-1.3437	-0.3505
Zopilote	2	0.087	-2.4423	-0.2124
Chachalaca	2	0.087	-2.4423	-0.2124
Bienteveo común	4	0.174	-1.7492	-0.3042
Pinzón mexicano	2	0.087	-2.4423	-0.2124
Paloma de collar turca	4	0.174	-1.7492	-0.3042
Centzontle tropical	3	0.130	-2.0369	-0.2657
Riqueza = 7	<b>23</b>			<b>1.8618</b>

Índice de diversidad de Shannon: = 1.8618

Riqueza S =7

H max = Ln S = 1.9459

Equitatividad (J) J= H/Hmax =0.9568

En esta clase faunística, fue donde se obtuvo la mayor riqueza específica siendo que fueron identificadas 7 especies. De igual forma, el valor del índice de diversidad fue el más alto de entre las clases faunísticas (1.8618), siendo este un valor bajo, dado que el resultado fue inferior a 2. Al igual que en la clase mamífera, las aves, tienen una adecuada distribución de sus abundancias, dado que el valor del índice de equitatividad, se encuentra cercano a 1(0.9568).

Para la clase faunística Réptiles no se pudo realizar el análisis de diversidad, dado que solamente fue identificada una especie.

Finalmente, en la Tabla IV.22, se presenta el concentrado de los resultados del índice de diversidad, diversidad máxima, y el índice de equitatividad, para los tres grupos faunísticos.

**Tabla IV.22. Índices de diversidad de los tres grupos de fauna.**

Estrato	Riqueza	Índice de Shannon- Wiener	Hmax	Equitatividad
Mamíferos	4	1.1803	1.3863	0.8514
Aves	7	1.8618	1.9459	0.9568
Réptiles	1	-	-	-

De acuerdo con lo indicado en la tabla anterior, se puede comprobar que la mayor diversidad, se obtuvo en el grupo de las aves, seguidamente por los mamíferos, en cuanto a los réptiles, la iguana rayada tiene como su hábitat predominante la zona costera, por lo que es muy común encontrarla. Tanto en las aves como en los mamíferos, se observa una equidad semejante. Como fue indicado anteriormente, dado que solamente fue identificada una especie de la clase Réptiles, no fue posible realizar el análisis de diversidad.

### IV.3 Características particulares del Medio Físico y Biótico del área del proyecto.

#### Elementos del Medio Físico

##### Clima

En el área del proyecto “Residence Paradise” el clima que se presenta es del tipo Aw<sub>1</sub>(x) este tipo de clima presenta precipitación de hasta 1000 mm, tiene una temperatura media anual de 26 °C, con una variación de la media mensual entre el mes más frío y el mes más caliente menor a 5° C, por lo que es Isotermal; lo anterior, de acuerdo con lo indicado en el Sistema de Clasificación Climática de Köeppen modificado por García (1981), y el Estudio Hidrológico del estado de Quintana Roo, publicado por el INEGI (2002).

Con respecto a las depresiones, tormentas y los ciclones tropicales que se manifiestan durante los meses de Junio a Octubre, ya que la península se halla cerca de 4 regiones matriciales de huracanes: El Golfo de Tehuantepec, la Sonda de Campeche, el Caribe Oriental, y la Región Atlántica (aunque los ciclones con vientos entre 150 a 300 km/hr que más le afectan vienen principalmente de las 2 últimas regiones); la mayor parte entran por la costa oriental quintanarroense. Cabe señalar, dado que el área donde se ubicará el proyecto, se encuentra en un área con fuerte influencia de estos fenómenos, se han tomado las previsiones necesarias para la implementación de este.

A continuación, se presenta un climograma (Fig. IV.31), mediante el cual, se ejemplifica las variaciones en la temperatura y precipitación, durante los meses del año, en el área donde se propone establecer el proyecto “Residence Paradise”.

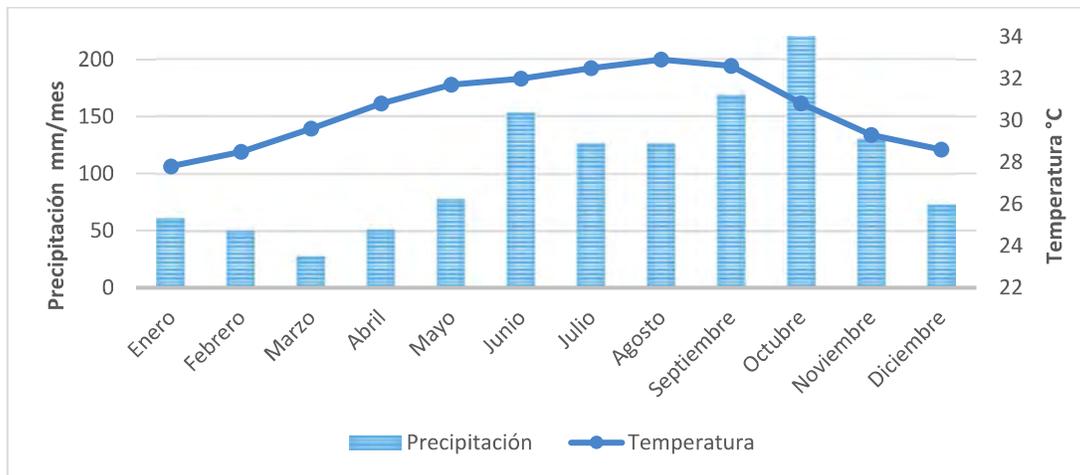


Figura IV.31. Climograma de la zona del proyecto.

Los datos para la realización del climograma, fueron obtenidos de la Estación Climatológica de la CONAGUA número 00023163, ubicada en la Localidad de Playa del Carmen, Municipio del mismo nombre; el período durante el cual se realizó la compilación de datos, para obtener los valores (media anual), es de 1981-2010. De acuerdo con la estación climatológica de la CONAGUA, la precipitación media anual, en la zona en la cual se ubicará el proyecto, es de 1,331.2 mm (1.331m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>).

### Geología

El predio “Rancho El Gallero Veracruz F2-F1-F5”, donde se propone implementar el proyecto denominado “**Residence Paradise**”, se encuentra en la subprovincia fisiográfica denominada Carso Yucateco; esta región se encuentra constituida por rocas sedimentarias del período Cenozoico; al Oeste por rocas calizas del Terciario Superior, y al Este por rocas del Cuaternario.

Desde el punto de vista geomorfológico, el Estado de Quintana Roo es una planicie formada en una losa calcárea, con ligera pendiente hacia el oriente, y relieve ondulado; se alternan crestas y depresiones. La parte centro este, y norte del litoral, inició su desarrollo geomorfológico durante el Terciario Superior, con la formación de una planicie calcárea, modelada posteriormente, por una intensa disolución, manifestada por los rasgos de disolución: dolinas acumulación de arcillas de descalcificación, y los cenotes. Durante el cuaternario, esta planicie es modificada por la formación de pantanos y lagunas, así como por la acumulación de abundantes depósitos de litoral.

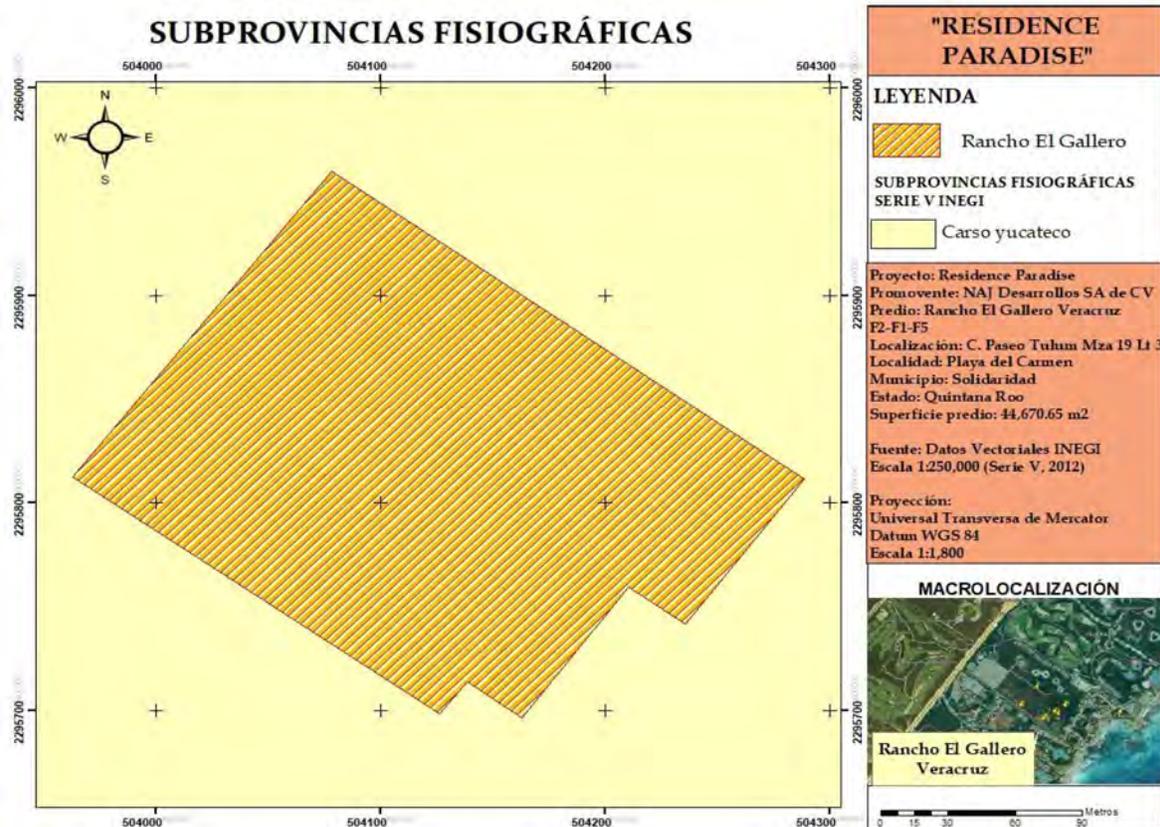
Quintana Roo conforma una región con grandes llanuras, y pequeños declives y elevaciones hacia el este. La Península de Yucatán de la cual forma parte, emergió del mar, y por esa razón abundan los ríos subterráneos. El suelo predominantemente calizo ayuda a la filtración del agua de las lluvias, hacia las capas interiores de los sistemas subterráneos acuíferos, formando asimismo los ya mencionados depósitos, y corrientes subterráneas, que abastecen de agua a las poblaciones menores mediante los pozos. De acuerdo con lo mencionado

anteriormente, Quintana Roo es una planicie de origen marino conformada por rocas del mioceno, y el pleistoceno.

La roca más abundante en la entidad es la sedimentaria, tanto del Terciario (89.5%) como del Cuaternario (10.1%), ambos periodos pertenecientes a la Era del Cenozoico (63 millones de años); la roca sedimentaria del Terciario se localiza en todo el estado excepto en la vertiente oriental, que es ocupada por la roca sedimentaria del Cuaternario, paralela a la costa; incluso la isla Cozumel es del mismo tipo de roca; el suelo abarca 0.4% de la superficie estatal, se ubica al noreste, aledaño a la laguna Yalahan.

**Fisiografía**

De acuerdo con el Estudio Hidrológico (INEGI, 2002), el predio “Rancho El Gallero Veracruz F2-F1-F5”, en el cual se propone realizar el proyecto “**Residence Paradise**”, se localiza en la Provincia denominada “Península de Yucatán”, particularmente en la Subprovincia “Carso Yucateco” (Fig. IV.32).



**Figura IV.32. Ubicación del área del proyecto, en las Subprovincias Fisiográficas de Quintana Roo (Carta Topográfica INEGI 1:250,000).**

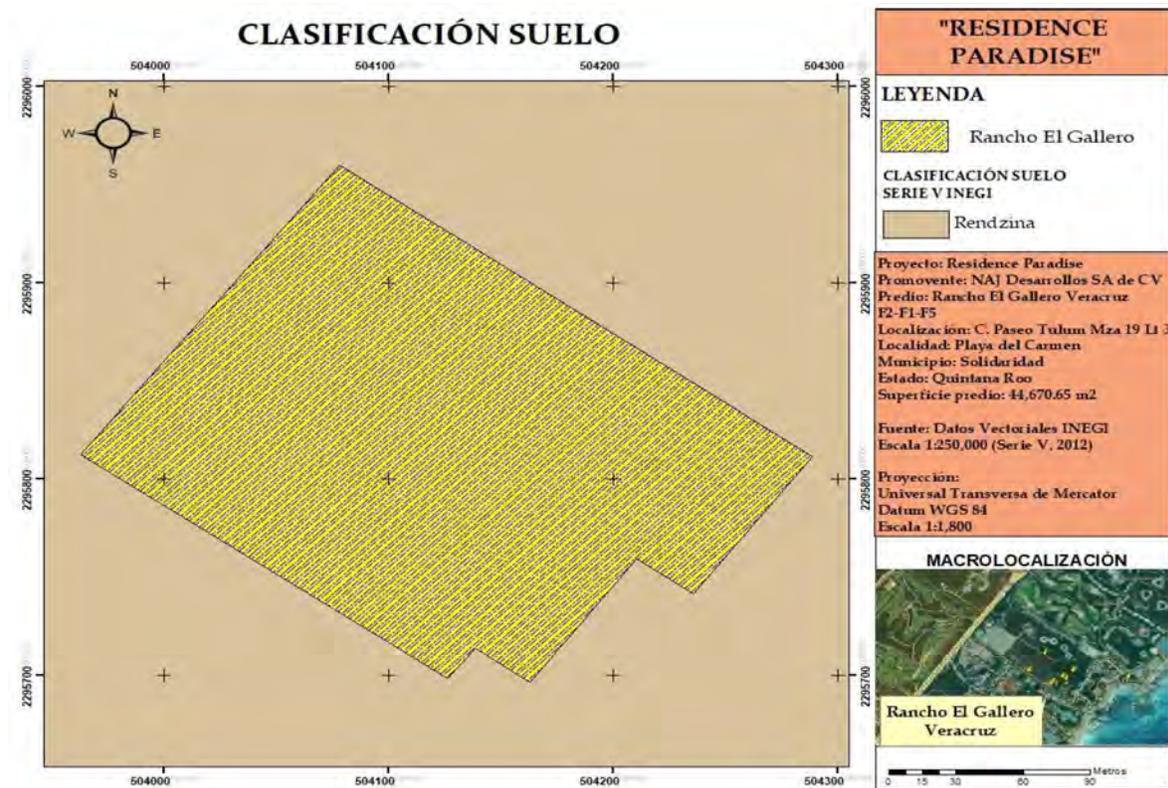
La Subprovincia “Carso Yucateco”, se observa como una llanura con piso rocoso o cementado, y con hondonadas someras, la cual se despliega por el norte y centro del estado, desde los límites con el estado de Yucatán hasta el litoral del Mar Caribe en el oriente; se distingue por su condición de planicie calcárea a nivel, con muy ligeras ondulaciones y un

ligerísimo, casi imperceptible, declive que desciende desde los cinco metros sobre el nivel del mar (altura media), hacia la costa caribeña.

Ocupa una superficie de 23,147.47 km<sup>2</sup>, que corresponde a 54.3 % de la extensión territorial del estado; hacia el norte coincide con la Región Hidrológica 32, y hacia el centro y sur, forma parte de la Región Hidrológica 33. La porción centro - norte del estado de Quintana Roo posee una serie de elementos distintivos propios, como es el caso de las fallas tectónicas orientadas en dirección NO a NE, las cuales conforman depresiones longitudinales que pueden dar origen a lagunas permanentes como las de Cobá y Chichancanab, y de los numerosos bajos inundables. El conjunto de las islas nororientales del estado de Quintana Roo (Cozumel, Cancún, Mujeres, Contoy y Holbox), forman parte de esta subprovincia fisiográfica.

### Clasificación del Suelo

De acuerdo con la ubicación del predio donde se propone realizar el proyecto "Residence Paradise", el tipo de suelo es de textura fina, y que el INEGI con la taxonomía de suelos de la WRB identifica como "Rendzina" (Fig. IV.33).



**Figura IV.33. Tipo de Suelo en el área del proyecto (Carta Topográfica INEGI 1:50,000).**

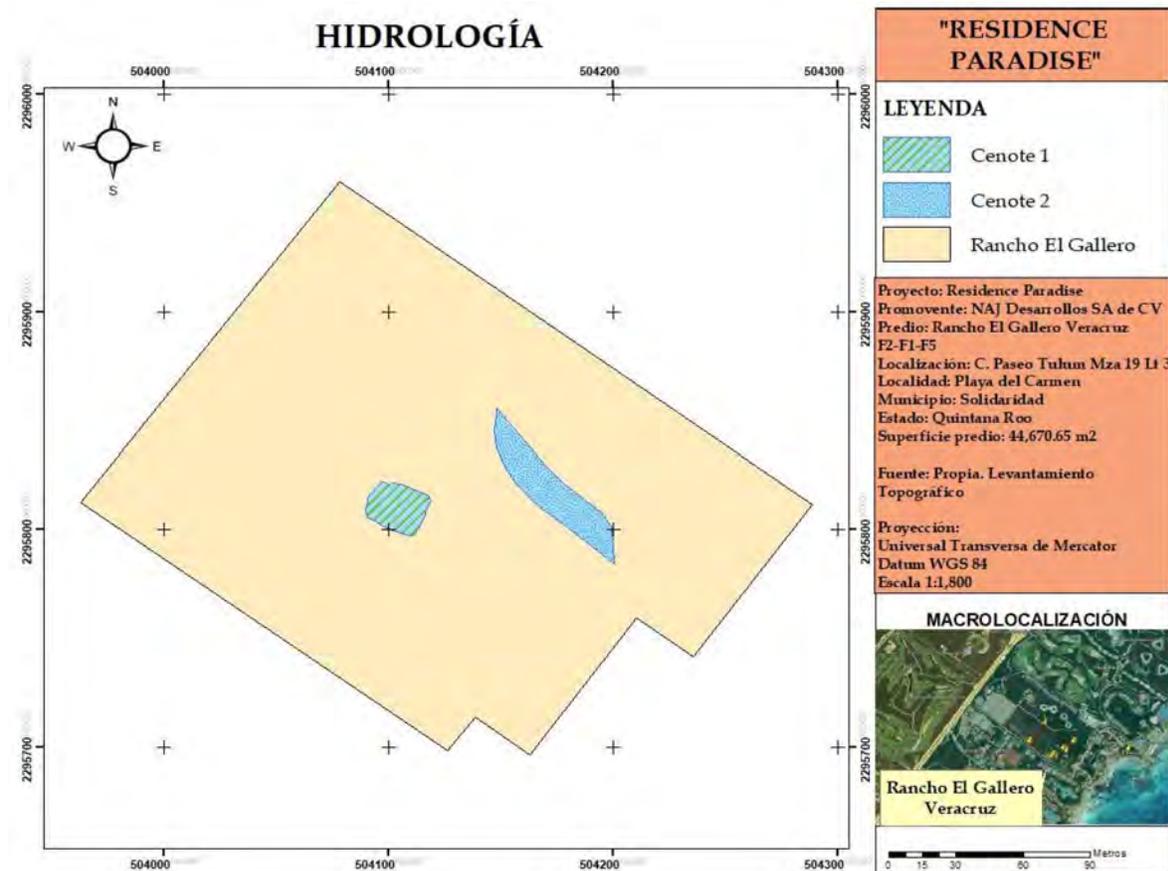
Las Redzinas son suelos someros que producen ruido con el arado por su pedregosidad. Estos suelos se presentan en climas semiáridos, tropicales o templados. Se caracterizan por tener una capa superficial abundante en materia orgánica, y muy fértil que descansa sobre roca caliza o materiales ricos en cal. Generalmente las rendzinas son suelos arcillosos, de

textura media y poco profundos (por debajo de los 25 cm) pero llegan a soportar vegetación de selva alta perennifolia. En el estado de Yucatán se utilizan también para la siembra de henequén con buenos rendimientos y para el maíz con rendimientos bajos. Si se desmontan se pueden usar en la ganadería con rendimientos bajos a moderados, pero con gran peligro de erosión en laderas y lomas. El uso forestal de estos suelos depende de la vegetación que presenten. Son moderadamente susceptibles a la erosión, no tienen subunidades.

**Hidrología**

El predio "Rancho El Gallero Veracruz F2-F1-F5", ubicado en el Municipio de Solidaridad, se ubica dentro de la Región Hidrológica RH32Aa-Quintana Roo (INEGI, 2010).

Con apoyo del levantamiento topográfico realizado en el predio, se identificaron dos cuerpos de agua, los cuales fueron identificados como cenotes (Fig. IV.34). En las figuras IV.35 y IV.36 se presentan imágenes de los cenotes identificados.



**Figura IV.34. Cuerpos de agua identificados dentro del predio del proyecto "Residence Paradise".**



**Figuras IV.35-IV.36. Cenotes identificados dentro del predio del proyecto “Residence Paradise.**

En la subprovincia RH32Aa, como ocurre en casi toda la península, no existen corrientes superficiales, en esta porción del Estado, por las características particulares de alta infiltración en el terreno y escaso relieve, así como tampoco cuerpos de agua de gran importancia; solo pequeñas lagunas como la de Cobá, Punta Laguna, La Unión; lagunas que se forman junto al litoral como son la de Conil, Chakmochuk, y Nichupté, así como algunas aguadas. La mayoría de los cuerpos de agua que se presentan en esta Subcuenca, se les da un uso recreativo.

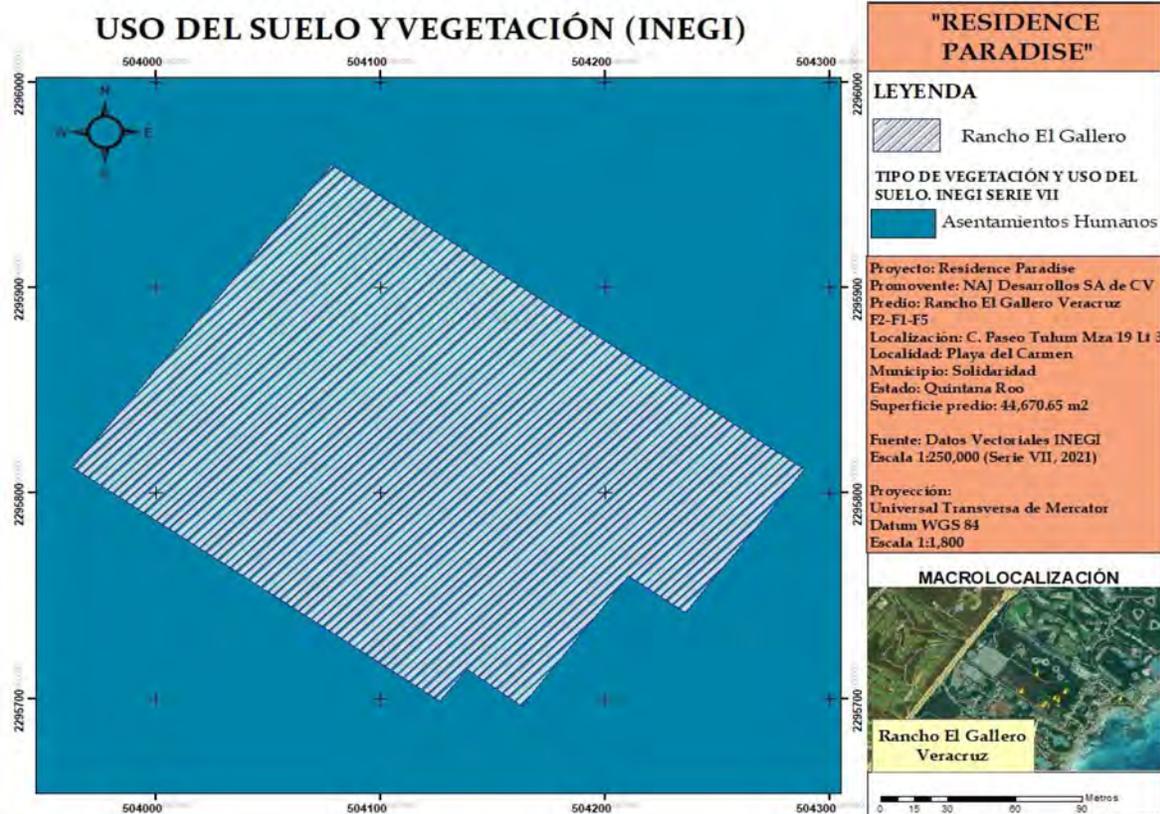
El rango de escurrimiento superficial predominante en la cuenca 32A, es del 0 al 5%, dicho rango abarca prácticamente toda la cuenca, excepto en las franjas costeras, que tienen de 5 a 10% o 10 a 20%, debido a la presencia de suelos con presencia de arcillas y limos.

## **Descripción de los elementos biológicos**

### **Vegetación**

En el predio “Rancho El Gallero Veracruz F2-F1-F5”, el cual se encuentra ubicado dentro de una zona urbano-turística del Municipio de Solidaridad, donde se propone implementar el proyecto “**Residence Paradise**”, de acuerdo con la revisión documental de la región, (Cartas Topográficas del INEGI, Serie VII), el tipo de vegetación y/o uso de suelo (Escala 1:250,000), que la institución identifica en el área en la cual se encuentra el predio del proyecto, corresponde a Asentamientos Humanos (Fig. IV.37).

Es importante recalcar que el predio se encuentra inmerso dentro de un área urbana del Municipio de Solidaridad, por lo cual, en la zona del proyecto, ya existe una presión antropogénica debido a los desarrollos urbanos y turísticos que actualmente se encuentran establecidos en los alrededores del predio.



**Figura IV.37. Tipo de vegetación de acuerdo con el INEGI, en el predio del proyecto. (Fuente: INEGI, 2021 Carta Uso del Suelo y Vegetación, 1: 250,000).**

Derivado de lo anterior y con la finalidad de complementar lo recabado a través de la información vectorial del INEGI (2021), se deben de realizar sitios de muestreo en el predio "Rancho El Gallero Veracruz F2-F1-F5", en el cual se propone realizar el proyecto "Residence Paradise", para así de esta manera corroborar con datos obtenidos mediante las labores de campo, lo que se encuentra descrito por el INEGI y/o determinar el tipo de cobertura vegetal que se presenta en el predio.

**Tipo de Vegetación por afectar**

De acuerdo con las características de la vegetación que se presentan en la superficie total del predio "Rancho El Gallero Veracruz F2-F1-F5" en el cual se propone implementar el proyecto "Residence Paradise", se puede indicar que el tipo de vegetación que se encuentra presente en el área designada para aprovechamiento, que es donde se establecerán todas las obras que conforman el proyecto, corresponde a Vegetación de Selva Mediana Subperennifolia.

Es importante señalar que las características de la vegetación presente en predio, no coincide con lo indicado por las cartas topográficas del INEGI, dado que en ellas se indica que en toda la superficie del predio se presenta el uso de suelo "Asentamientos Humanos" (Fig. IV.37), si bien en áreas aledañas al predio del proyecto, ya existen diversas edificaciones, el

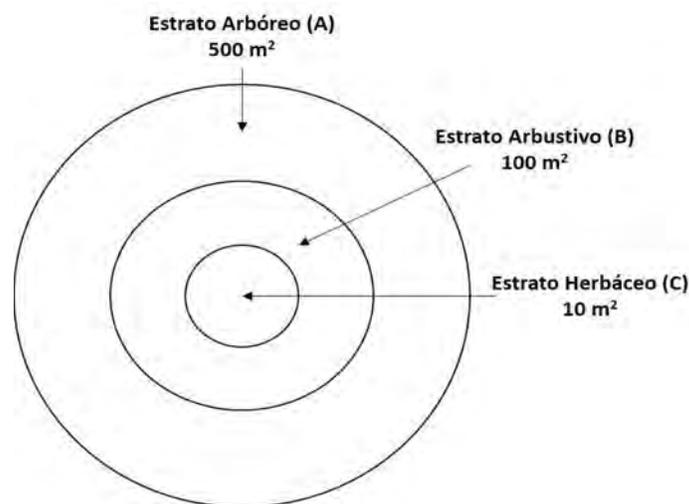
predio aún conserva en la mayor parte de su superficie este tipo de vegetación. Es importante señalar que, de igual forma, fue identificada vegetación de Manglar dentro de la superficie del predio (Fig. IV.40), pero esta vegetación se encuentra delimitada por uno de los cenotes identificados, y toda esta sección del predio, formará parte del área de conservación permanente, dado que la obra más cercana del proyecto estará dispuesta a 30 metros de este tipo de vegetación.

Derivado de lo anterior, fue determinante realizar la caracterización de la vegetación en el predio, a través de la realización de sitios de muestreo, los cuales fueron distribuidos en el total de la superficie donde serán dispuestas las obras del proyecto, y así de esta manera, describir a detalle el tipo de vegetación que se estaría afectando en el polígono del predio del proyecto “Residence Paradise”.

**Caracterización de la Vegetación**

Como ha sido descrito, previo al trabajo de campo, en gabinete se realizó un análisis del terreno con apoyo del levantamiento topográfico, del tipo de vegetación, y uso del suelo (Cartas topográficas del INEGI), así como de imágenes de satélite de Google Earth, y del INEGI, correspondiente al área de estudio.

Para la determinación de la riqueza de especies y conocer su densidad de individuos por unidad de superficie, y así de esta manera, determinar la condición de la vegetación que se presentaba en el predio “Rancho El Gallero Veracruz F2-F1-F5”, se realizó el levantamiento de siete sitios (circulares) de muestreo de 500m<sup>2</sup> (Fig. IV.38), por lo tanto se puede indicar que se realizó un muestreo total de 3,500m<sup>2</sup>, por lo cual si consideramos la superficie total del predio del proyecto (44,670.65m<sup>2</sup>), se tiene una intensidad de muestreo de 7.83%. es importante recalcar que las obras solamente serán establecidas dentro de la superficie con vegetación de selva mediana subperennifolia, por lo tanto, considerando que el muestreo se realizó en dicha área (34,103.28m<sup>2</sup>), la intensidad de muestreo es de 10.26%.



**Figura IV.38. Dimensiones de los sitios de muestreo.**

El levantamiento de datos para el estrato arbóreo se llevó a cabo en el total de la superficie del sitio de muestreo (500m<sup>2</sup>), para el caso del estrato arbustivo y herbáceo, dentro del mismo sitio, se establecieron subparcelas de muestreo de 100m<sup>2</sup> (Parcela B), y 10m<sup>2</sup> (Parcela C), respectivamente (Fig. IV.38).

Los sitios de muestreo fueron dispuestos a través de la superficie con vegetación de selva mediana subperennifolia, pues es el tipo de vegetación que se verá afectada por la implementación del proyecto (Fig. IV.39), lo anterior, con la finalidad de obtener un mayor número de datos, y así de esta manera los resultados del muestreo sean precisos, y denoten las condiciones en las cuales se encuentra actualmente el área que se verá afectada.

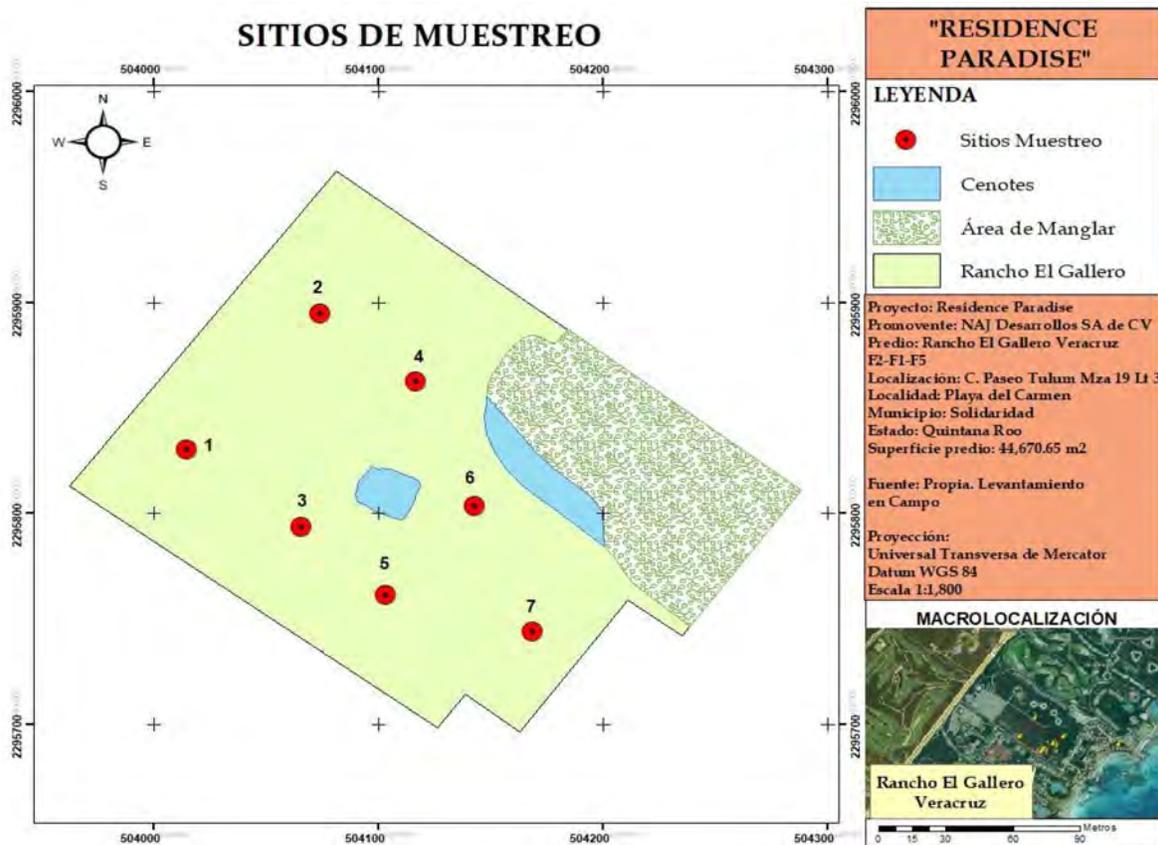


Figura IV.39. Distribución de los sitios de muestreo en el predio del proyecto.

En la Tabla IV.23, se presentan las coordenadas UTM y geográficas, de los sitios de muestreo que fueron realizados en el predio del proyecto.

Tabla IV.23. Coordenadas de los sitios de muestreo.

Sitio Muestreo	Coordenadas UTM		Coordenadas Geográficas	
	X	Y	Latitud	Longitud
1	504014.849	2295830.506	20° 45' 43.92"	-86° 57' 41.14"
2	504074.166	2295894.708	20° 45' 46.00"	-86° 57' 39.09"

Sitio Muestreo	Coordenadas UTM		Coordenadas Geográficas	
	X	Y	Latitud	Longitud
3	504065.863	2295793.997	20° 45' 42.73"	-86° 57' 39.38"
4	504116.852	2295862.625	20° 45' 44.96"	-86° 57' 37.62"
5	504103.345	2295761.912	20° 45' 41.68"	-86° 57' 38.08"
6	504142.89	2295803.976	20° 45' 43.05"	-86° 57' 36.72"
7	504168.928	2295744.221	20° 45' 41.11"	-86° 57' 35.82"

Como se puede observar en la figura anterior, los sitios de muestreo fueron dispuestos en la superficie del predio del proyecto (Fig. IV.39) con vegetación de selva mediana subperennifolia, con la finalidad de obtener un mayor número de datos, y así de esta manera los resultados del muestreo sean precisos, y denoten las condiciones en las cuales se encuentran la vegetación del predio que se verá afectada por la implementación del proyecto.

Los trabajos de campo para describir el tipo de vegetación y las condiciones del área del de aprovechamiento del proyecto, se llevaron a cabo registrando datos de la especie (nombre científico), nombre común, diámetro normal, y altura total (estratos arbóreo y arbustivo); para el caso de las especies en condiciones herbáceas, únicamente se consideró la especie, nombre común y familia a la que pertenecen.

**Tipo de vegetación (Análisis de Campo)**

De acuerdo con los datos obtenidos, mediante los sitios de muestreo realizados se puede indicar que la vegetación encontrada, no concuerda con lo estipulado por el INEGI, dado que, derivado de las características de la vegetación presente en el predio, siendo que se identificaron dos tipos de vegetación: Manglar y Selva Mediana Subperennifolia, así como dos cuerpos de agua (cenotes) (Fig. IV.40).

A continuación, en la Tabla IV.24 se presenta las superficies que ocupan cada uno de los tipos de vegetación y cuerpos de agua que se identificaron dentro del predio del proyecto “Residence Paradise”.

**Tabla IV.24. Superficie que ocupan los diferentes tipos de vegetación y cuerpos de agua dentro del predio del proyecto “Residence Paradise”.**

Tipo de vegetación y/o uso del suelo	Superficie (m <sup>2</sup> )	Superficie (ha)
Selva Mediana Subperennifolia	34,103.28	3.4103
Manglar	8,995.91	0.8995
Cuerpos de agua	1,571.46	0.1571
<b>TOTAL</b>	<b>44,670.65</b>	<b>4.46</b>

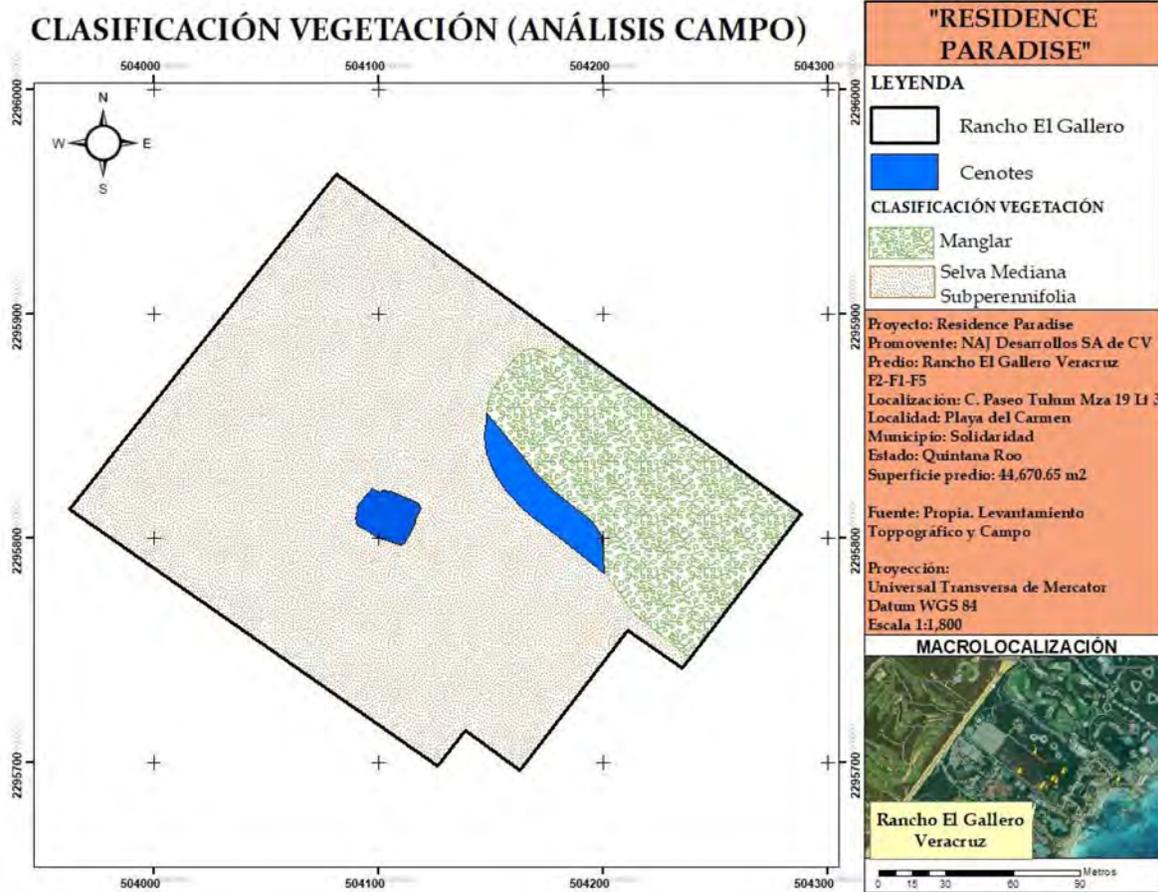


Figura IV.40. Tipo de vegetación y uso de suelo presente en el predio del proyecto.

Es importante señalar como se ha indicado en capítulos anteriores, dentro del predio se encuentran diversas obras en desuso, las cuales datan su construcción desde hace 50 años. Es importante señalar que ninguna de estas obras se encuentra afectando vegetación de manglar.

**Vegetación de Selva Mediana Subperennifolia**

De acuerdo con los datos obtenidos, mediante los sitios de muestreo realizados se determinó que dada la disposición de las diferentes obras que conforman el proyecto "Residence Paradise", el tipo de vegetación que se verá afectada es la de Selva Mediana Subperennifolia, por lo cual a continuación se realiza la descripción de las condiciones en las cuales se encuentra este tipo de vegetación, así como los análisis de las variables ambientales y de diversidad que mantiene este tipo de vegetación, a pesar de los diferentes impactos antropogénicos identificados en la zona.

La vegetación presente, se encuentra distribuida en los tres estratos de la vegetación (arbóreo, arbustivo y herbáceo). Es importante señalar que, la mayor riqueza de especies se encuentra presente en el estrato arbóreo (Figs. IV.41 – IV.46).



**Figuras IV.41 – IV.46. Tipo de vegetación presente en la superficie del predio del proyecto.**

**Estratos de la Vegetación**

En la Tabla IV.25, se presentan las características de los individuos que fueron medidos y registrados en cada uno de los estratos de la vegetación de selva mediana subperennifolia.

**Tabla IV.25. Características de los individuos registrados en cada uno de los estratos de la vegetación.**

Estrato	Tamaño de individuos a medir
Arbóreo	≥ de 10cm de diámetro normal
Arbustivo	≥ de 5 a ≤ 9.9cm de diámetro normal
Herbáceo	≥ de 50cm de altura a 4.9 cm de diámetro normal

Fuente: Adaptado de Fredericksen y Mostacedo, 2000.

**Estado de Conservación de la Vegetación**

De acuerdo a la información presentada y acorde, con los resultados de los datos dendrométricos y variables ambientales obtenidos de los tres diferentes estratos de vegetación presente en el predio, podemos indicar que la vegetación se encuentra en un grado medio de conservación, dado que en la zona en la cual se encuentra el predio, constantemente es impactada por fenómenos meteorológicos, tales como nortes, tormentas y huracanes tropicales; así como también existe una presión antropogénica en el mismo, debido a que cercano al predio, ya existen edificaciones, y desarrollos habitacionales y turísticos.

Igualmente se pudo observar la presencia de la especie invasora *Terminalia catappa* (Almendra), la cual es una especie exótica que fue introducida a diversas zonas costeras del estado, la cual tienden a ocupar espacios, dado que inhibe el crecimiento de especies propias de la vegetación nativa. La CONABIO, tiene listada esta especie como especie invasora y promueve su erradicación en ecosistemas naturales. (Figs. IV.47 y IV.48).



**Figuras IV.47 – IV.48. Perturbación presente en el área del proyecto.**

De igual forma es importante recalcar, tal y como se ha descrito en capítulos anteriores, dentro del predio se presentan diversas edificaciones abandonadas que igualmente provocan perturbación a la vegetación del predio. (IV.49-IV.50).



Figuras IV.49 – IV.50. Edificaciones abandonadas presente en el área del proyecto.

***Especies y Familias botánicas***

Derivado del análisis de campo, fueron identificadas 35 especies, distribuidas en 19 familias botánicas, las cuales se enlistan a continuación (Tabla IV.26).

**Tabla IV.26. Familias botánicas y especies propias de Selva presentes en el predio.**

No.	Nombre Común	Nombre Científico	Familia
1	Akitz	<i>Thevetia gaumeri</i>	Apocynaceae
2	Alamo	<i>Ficus maxima</i>	Moraceae
3	Almendra	<i>Terminalia catappa</i>	<u>Combretaceae</u>
4	Amate negro	<i>Ficus cotinifolia</i>	Moraceae
5	Boob	<i>Coccoloba spicata</i>	Polygonaceae
6	Cancerina	<i>Semialarium mexicanum</i>	Celastraceae
7	Caracolillo	<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	Sapotaceae
8	Cascarillo	<i>Croton reflexifolius</i>	Euphorbiaceae
9	Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	Burseraceae
10	Chacteviga	<i>Caesalpinia mollis</i>	Leguminosae
11	Chak mo'ol che'	<i>Erythrina standleyana</i>	Leguminosae
12	Chechen	<i>Metopium brownei</i>	Anacardiaceae
13	Coco	<i>Cocos nucifera</i>	Arecaceae
14	Cornezuelo	<i>Acacia cornigera</i>	Leguminosae
15	Elemuy	<i>Malmea depressa</i>	Annonaceae
16	Guaje	<i>Leucaena leucocephala</i>	Leguminosae
17	Gusanillo	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Leguminosae

No.	Nombre Común	Nombre Científico	Familia
18	Huano	<i>Sabal yapa</i>	Arecaceae
19	Huaya	<i>Talisia olivaeiformis</i>	Sapindaceae
20	Jabín	<i>Piscidia piscipula</i>	Leguminosae
21	K'an ja' abin	<i>Senna racemosa</i>	Leguminosae
22	Majahua	<i>Hampea trilobata</i>	Malvaceae
23	Palma Chit	<i>Thrinax radiata</i>	Arecaceae
24	Pich	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Leguminosae
25	Pimienta de monte	<i>Ardisia escallonioides</i>	Primulaceae
26	Pomolche	<i>Jatropha gaumeri</i>	Euphorbiaceae
27	Primavera	<i>Tabebuia chrysantha</i>	Bignoniaceae
28	Randia	<i>Randia longiloba</i>	Rubiaceae
29	Roble	<i>Ehretia tinifolia</i>	Boraginaceae
30	Tulipancillo	<i>Malvaviscus arboreus</i>	Malvaceae
31	Tzalam	<i>Lysiloma latisiliqua</i>	Leguminosae
32	Verde lucero	<i>Pithecellobium leucospermum</i>	Leguminosae
33	Ya'ax niik	<i>Vitex gaumeri</i>	Verbenaceae
34	Yaití	<i>Gymnanthes lucida</i>	Euphorbiaceae
35	Zapote	<i>Manilkara zapota</i>	Sapotaceae

De las 35 especies que fueron identificadas en el predio, dentro del estrato arbóreo que fue el estrato con mayor riqueza de especies, dado que fueron identificadas 26 especies, en el arbustivo se identificaron solamente 13, y en el herbáceo fueron registradas 15 especies.

La familia con mayor número de especies presentes en el predio es Leguminosae, dado que fueron identificadas 10 especies pertenecientes a esta familia. Es importante señalar que las especies pertenecientes a la familia Leguminosae, se caracterizan por ser especies oportunistas que se tienden a ocupar espacios dado que sin de rápido crecimiento t son comúnmente encontradas en áreas con perturbación.

Es importante señalar que de igual forma en la vegetación fueron identificadas las especies invasoras *Terminalia catappa* (Almendra) y *Acacia cornigera* (Cornezuelo), que para el caso de la Almendra solamente fue identificada en el estrato arbóreo, y el cornezuelo se identificó en el estrato arbustivo y herbáceo.

*Thevetia gaumeri* (Akitz), *Sideroxylon foetidissimum* (Caracolillo), *Bursera simaruba* (Chaca), *Thrinax radiata* (Palma Chit) y *Tabebuia chrysantha* (Primavera) y *Vitex gaumeri* (Ya'ax niik), son las especies con mayor representación en el predio del proyecto, dado que todas las especies antes mencionadas, se encuentran distribuidas dentro de los tres estratos de la vegetación de selva mediana subperennifolia.



**Figuras IV.51 – IV.56. Vegetación presente en los tres estratos de la vegetación del predio del proyecto “Residence Paradise”.**

**Especies Forestales con estatus**

Con la información obtenida a través del muestreo realizado en el área del proyecto, se determinó que en el predio se localizan individuos de dos especies que se encuentran enlistadas en la Norma Oficial Mexicana de protección de especies, NOM-059-SEMARNAT-2010, la cual se presenta a continuación en la Tabla IV.27.

**Tabla IV.27. Especies forestales con estatus de protección.**

Nombre común	Nombre científico	Familia	Estatus
Palma Chit	<i>Thrinax radiata</i>	Arecaceae	Amenazada
Primavera	<i>Tabebuia chrysantha</i>	Bignoniaceae	Amenazada

**Especies Epífitas**

Con respecto a este apartado, se recalca que derivado del levantamiento de datos de vegetación, no fueron identificadas especies epífitas.

**Análisis de diversidad de la vegetación**

El análisis de las principales variables ambientales, se llevaron a cabo tomando en cuenta los resultados obtenidos de los siete sitios de muestreo realizados. A partir de dicha información se han estimado diversos parámetros, y estimadores que describen la condición de la vegetación en su composición y estructura encontrada en el sitio. Cabe señalar que los cálculos fueron realizados con el apoyo de una hoja de cálculo Microsoft Office Excel 2019.

**Densidad absoluta**

Se define como el número de individuos por unidad de área, o volumen en particular. Para el presente ejercicio se presenta la Densidad Absoluta, como el número de individuos presentes en los sitios de muestreo, en la superficie total del predio con vegetación de selva y en la superficie de cambio de uso de suelo; este análisis se realizó por estrato, y en la siguiente tabla, se incluyen los individuos de cada especie indicándose la condición en la que se encuentran (Tabla IV.28).

**Tabla IV.28. Especies y número de individuos en los diferentes estratos.**

Nombre común	Nombre científico	Familia	No. Individuos (Sitios de Muestreo)	No. Individuos (Predio)	No. Individuos (Superficie CUS)	Estrato
Akitz	<i>Thevetia gaumeri</i>	Apocynaceae	27	263	120	Arbóreo
Alamo	<i>Ficus maxima</i>	Moraceae	10	97	44	

Nombre común	Nombre científico	Familia	No. Individuos (Sitios de Muestreo)	No. Individuos (Predio)	No. Individuos (Superficie CUS)	Estrato
Almendra	<i>Terminalia catappa</i>	Combretaceae	4	39	18	
Amate negro	<i>Ficus cotinifolia</i>	Moraceae	3	29	13	
Cancerina	<i>Semialarium mexicanum</i>	Celastraceae	1	10	4	
Caracolillo	<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	Sapotaceae	38	370	169	
Cascarillo	<i>Croton reflexifolius</i>	Euphorbiaceae	7	68	31	
Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	Burseraceae	29	283	129	
Chacteviga	<i>Caesalpinia mollis</i>	Leguminosae	2	19	9	
Chak mo'ol che'	<i>Erythrina standleyana</i>	Leguminosae	1	10	4	
Chechen	<i>Metopium brownei</i>	Anacardiaceae	8	78	36	
Coco	<i>Cocos nucifera</i>	Arecaceae	3	29	13	
Elemuy	<i>Malmea depressa</i>	Annonaceae	1	10	4	
Gusanillo	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Leguminosae	1	10	4	
Huano	<i>Sabal yapa</i>	Arecaceae	1	10	4	
Huaya	<i>Talisia olivaeiformis</i>	Sapindaceae	3	29	13	
Jabín	<i>Piscidia piscipula</i>	Leguminosae	24	234	107	
K'an ja' abin	<i>Senna racemosa</i>	Leguminosae	9	88	40	
Palma Chit	<i>Thrinax radiata</i>	Arecaceae	15	146	67	
Pich	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Leguminosae	1	10	4	
Primavera	<i>Tabebuia chrysantha</i>	Bignoniaceae	1	10	4	
Roble	<i>Ehretia tinifolia</i>	Boraginaceae	1	10	4	
Tzalam	<i>Lysiloma latisiliqua</i>	Leguminosae	2	19	9	
Verde lucero	<i>Pithecellobium leucospermum</i>	Leguminosae	2	19	9	
Ya'ax niik	<i>Vitex gaumeri</i>	Verbenaceae	10	97	44	
Yaití	<i>Gymnanthes lucida</i>	Euphorbiaceae	3	29	13	

Nombre común	Nombre científico	Familia	No. Individuos (Sitios de Muestreo)	No. Individuos (Predio)	No. Individuos (Superficie CUS)	Estrato
Akitz	<i>Thevetia gaumeri</i>	Apocynaceae	10	487	222	Arbustivo
Boob	<i>Coccoloba spicata</i>	Polygonaceae	2	97	44	
Caracolillo	<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	Sapotaceae	4	195	89	
Cascarillo	<i>Croton reflexifolius</i>	Euphorbiaceae	14	682	311	
Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	Burseraceae	3	146	67	
Cornezuelo	<i>Acacia cornigera</i>	Leguminosae	1	49	22	
Guaje	<i>Leucaena leucocephala</i>	Leguminosae	1	49	22	
K'an ja' abin	<i>Senna racemosa</i>	Leguminosae	25	1218	556	
Palma Chit	<i>Thrinax radiata</i>	Arecaceae	1	49	22	
Pomolche	<i>Jatropha gaumeri</i>	Euphorbiaceae	1	49	22	
Primavera	<i>Tabebuia chrysantha</i>	Bignoniaceae	2	97	44	
Ya'ax niik	<i>Vitex gaumeri</i>	Verbenaceae	4	195	89	
Yaití	<i>Gymnanthes lucida</i>	Euphorbiaceae	5	244	111	
Akitz	<i>Thevetia gaumeri</i>	Apocynaceae	8	3898	1779	Herbáceo
Boob	<i>Coccoloba spicata</i>	Polygonaceae	3	1462	667	
Caracolillo	<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	Sapotaceae	17	8282	3780	
Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	Burseraceae	23	11205	5114	
Chechen	<i>Metopium brownei</i>	Anacardiaceae	20	9744	4447	
Cornezuelo	<i>Acacia cornigera</i>	Leguminosae	4	1949	889	
Huano	<i>Sabal yapa</i>	Arecaceae	4	1949	889	
Majahua	<i>Hampea trilobata</i>	Malvaceae	27	13154	6003	
Palma Chit	<i>Thrinax radiata</i>	Arecaceae	6	2923	1334	
Pimienta de monte	<i>Ardisia escallonioides</i>	Primulaceae	4	1949	889	

Nombre común	Nombre científico	Familia	No. Individuos (Sitios de Muestreo)	No. Individuos (Predio)	No. Individuos (Superficie CUS)	Estrato
Primavera	<i>Tabebuia chrysantha</i>	Bignoniaceae	16	7795	3557	
Randia	<i>Randia longiloba</i>	Rubiaceae	16	7795	3557	
Tulipancillo	<i>Malvaviscus arboreus</i>	Malvaceae	19	9257	4224	
Ya'ax niik	<i>Vitex gaumeri</i>	Verbenaceae	20	9744	4447	
Zapote	<i>Manilkara zapota</i>	Sapotaceae	2	974	445	

De acuerdo con los datos plasmados en la tabla anterior, en el estrato arbóreo las especies *Sideroxylon foetidissimum* (Caracolillo), *Bursera simaruba* (Chaca), *Thevetia gaumeri* Akitz) y *Piscidia piscipula* (Jabín), fueron las especies que presentaron los valores más altos de densidad absoluta.

En el estrato arbustivo, se presentó la menor riqueza de especies siendo que solamente fueron 13 especies las identificadas, en donde *Senna racemosa* (K'an ja' abin), presentó los valores más altos de densidad absoluta.

Con respecto al estrato herbáceo las especies con los valores más altos de densidad absoluta son *Bursera simaruba* (Chaca) y *Hampea trilobata* (Majahua).

### Densidad relativa, Frecuencia relativa y Dominancia relativa

Los cálculos de los parámetros ambientales fueron realizados con base en la determinación del número de individuos por especie en la totalidad del predio con vegetación de selva (dentro del cual se encuentra inmersa la superficie de cambio de uso de suelo del proyecto), en cada uno de los estratos de la vegetación.

A continuación, en la Tabla IV.29, se presentan los resultados de los análisis de los parámetros específicos, para cada una de las especies presentes en el estrato arbóreo del predio “Rancho El Gallero Veracruz F2-F1-F5”.

**Tabla IV.29. Indicadores de diversidad y estructura en el estrato arbóreo a nivel especie.**

Especie	Abundancia	Densidad específica		Frecuencia		Dominancia	
		Da	Dr	F	Fr	Doa	Dor
<i>Thevetia gaumeri</i>	263	263	13.0456	7	10.7692	11.1775	1.3123
<i>Ficus maxima</i>	97	97	4.8115	4	6.1538	18.5076	2.1728

Especie	Abundancia	Densidad específica		Frecuencia		Dominancia	
		Da	Dr	F	Fr	Doa	Dor
<i>Terminalia catappa</i>	39	39	1.9345	2	3.0769	2.8899	0.3393
<i>Ficus cotinifolia</i>	29	29	1.4385	2	3.0769	1.4616	0.1716
<i>Semialarium mexicanum</i>	10	10	0.4960	1	1.5385	0.1990	0.0234
<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	370	370	18.3532	6	9.2308	452.7690	53.1558
<i>Croton reflexifolius</i>	68	68	3.3730	2	3.0769	4.2296	0.4966
<i>Bursera simaruba</i>	283	283	14.0377	6	9.2308	169.9415	19.9514
<i>Caesalpinia mollis</i>	19	19	0.9425	2	3.0769	0.5662	0.0665
<i>Erythrina standleyana</i>	10	10	0.4960	1	1.5385	0.1230	0.0144
<i>Metopium brownei</i>	78	78	3.8690	3	4.6154	8.3382	0.9789
<i>Cocos nucifera</i>	29	29	1.4385	1	1.5385	3.7787	0.4436
<i>Malmea depressa</i>	10	10	0.4960	1	1.5385	0.0900	0.0106
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	10	10	0.4960	1	1.5385	0.1130	0.0133
<i>Sabal yapa</i>	10	10	0.4960	1	1.5385	0.3270	0.0384
<i>Talisia olivaeiformis</i>	29	29	1.4385	2	3.0769	1.1919	0.1399
<i>Piscidia piscipula</i>	234	234	11.6071	5	7.6923	101.4624	11.9119
<i>Senna racemosa</i>	88	88	4.3651	3	4.6154	7.7528	0.9102
<i>Thrinax radiata</i>	146	146	7.2421	5	7.6923	31.8426	3.7384
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	10	10	0.4960	1	1.5385	0.3660	0.0430
<i>Tabebuia chrysantha</i>	10	10	0.4960	1	1.5385	0.1110	0.0130
<i>Ehretia tinifolia</i>	10	10	0.4960	1	1.5385	0.1610	0.0189
<i>Lysiloma latisiliqua</i>	19	19	0.9425	2	3.0769	1.2141	0.1425
<i>Pithecellobium leucospermum</i>	19	19	0.9425	2	3.0769	0.5662	0.0665
<i>Vitex gaumeri</i>	97	97	4.8115	2	3.0769	31.7093	3.7227
<i>Gymnanthes lucida</i>	29	29	1.4385	1	1.5385	0.8874	0.1042
	<b>2016</b>	<b>2016</b>	<b>100</b>	<b>65</b>	<b>100</b>	<b>851.7765</b>	<b>100</b>

En el estrato arbóreo se presentó la mayor riqueza de especies, dado que fueron identificadas 26 especies, por lo que la riqueza específica corresponde a 26.

Ninguna de las especies se encuentra distribuida en la totalidad del predio, dado que todas ellas fueron identificadas en uno de los cuatro sitios de muestreo realizados.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se puede indicar que la especie dominante es *Ficus maxima* (Álamo), ya que presenta el valor más alto de dominancia relativa 61.9801 (61.9%), lo cual se comprende derivado de la abundancia de esta especie presente en el predio, así como el área basal que ocupan dichos individuos.

A continuación, en la Tabla IV.30, se presentan los resultados de los análisis de los parámetros específicos en el estrato arbustivo del predio “Rancho El Gallero Veracruz F2-F1-F5”.

**Tabla IV.30. Indicadores de diversidad y estructura en el estrato arbustivo a nivel especie.**

Especie	Abundancia	Densidad específica		Frecuencia		Dominancia	
		Da	Dr	F	Fr	Doa	Dor
<i>Thevetia gaumeri</i>	487	487	13.6913	6	21.4286	20.698	10.1641
<i>Coccoloba spicata</i>	97	97	2.7270	1	3.5714	0.698	0.3430
<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	195	195	5.4821	2	7.1429	4.017	1.9727
<i>Croton reflexifolius</i>	682	682	19.1735	3	10.7143	40.988	20.1283
<i>Bursera simaruba</i>	146	146	4.1046	2	7.1429	1.869	0.9177
<i>Acacia cornigera</i>	49	49	1.3776	1	3.5714	0.201	0.0987
<i>Leucaena leucocephala</i>	49	49	1.3776	1	3.5714	0.108	0.0529
<i>Senna racemosa</i>	1218	1218	34.2423	3	10.7143	126.063	61.9066
<i>Thrinax radiata</i>	49	49	1.3776	1	3.5714	0.245	0.1203
<i>Jatropha gaumeri</i>	49	49	1.3776	1	3.5714	0.137	0.0674
<i>Tabebuia chrysantha</i>	97	97	2.7270	2	7.1429	0.611	0.3001
<i>Vitex gaumeri</i>	195	195	5.4821	2	7.1429	3.705	1.8194
<i>Gymnanthes lucida</i>	244	244	6.8597	3	10.7143	4.294	2.1089
	<b>3557</b>	<b>3557</b>	<b>100</b>	<b>28</b>	<b>100</b>	<b>203.63</b>	<b>100</b>

La riqueza específica en el estrato arbustivo fue la más baja de los tres estratos, dado que solamente fueron identificadas 13 especies en dicho estrato

Con respecto a la frecuencia, la especie *Thevetia gaumeri* (Akitz), obtuvo el valor más alto, debido a que fue identificada en seis de los siete sitios de muestreo que fueron realizados para el predio

En el estrato arbustivo la especie dominante fue *Senna racemosa* (K'an ja' abin), dado que presentó un valor de dominancia relativa de 61.9066 (61.9%), puesto que fue la especie que presentó mayor abundancia, así como la que presenta mayor área basal.

A continuación, en la Tabla IV.31, se presentan los resultados de los análisis de los parámetros específicos en el estrato herbáceo del predio “Rancho El Gallero Veracruz F2-F1-F5”.

**Tabla IV.31. Indicadores de diversidad y estructura en el estrato herbáceo a nivel especie.**

Especie	Abundancia	Densidad específica		Frecuencia	
		Da	Dr	F	Fr
<i>Thevetia gaumeri</i>	3898	3898	4.2333	2	4.8780
<i>Coccoloba spicata</i>	1462	1462	1.5877	2	4.8780
<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	8282	8282	8.9944	3	7.3171
<i>Bursera simaruba</i>	11205	11205	12.1688	5	12.1951
<i>Metopium brownei</i>	9744	9744	10.5821	4	9.7561
<i>Acacia cornigera</i>	1949	1949	2.1166	1	2.4390
<i>Sabal yapa</i>	1949	1949	2.1166	1	2.4390
<i>Hampea trilobata</i>	13154	13154	14.2854	5	12.1951
<i>Thrinax radiata</i>	2923	2923	3.1744	1	2.4390
<i>Ardisia escallonioides</i>	1949	1949	2.1166	1	2.4390
<i>Tabebuia chrysantha</i>	7795	7795	8.4655	2	4.8780
<i>Randia longiloba</i>	7795	7795	8.4655	2	4.8780
<i>Malvaviscus arboreus</i>	9257	9257	10.0532	6	14.6341
<i>Vitex gaumeri</i>	9744	9744	10.5821	4	9.7561
<i>Manilkara zapota</i>	974	974	1.0578	2	4.8780
	<b>92080</b>	<b>92080</b>	<b>100</b>	<b>41</b>	<b>100</b>

El estrato herbáceo fue el que presentó el valor medio de riqueza de especies, dado que en dicho estrato fueron identificadas 15 especies.

La especie *Malvaviscus arboreus* (Tulipancillo), es la especie con mejor distribución dentro del estrato herbáceo, dado que fue identificada en seis de los siete sitios de muestreo realizados, seguida de las especies *Hampea trilobata* (Majahua) y *Bursera simaruba* (Chaca), las cuales fueron identificadas en cinco de los sitios de muestreo.

### Valor de Importancia (VI), e Índice de Valor de Importancia (IVI)

Con este Índice es posible comparar el peso ecológico de cada especie dentro del ecosistema. La obtención de Índices de Valor de Importancia similares para las especies indicadoras, sugieren la igualdad o por lo menos la semejanza del rodal en su composición, estructuras, sitio y dinámica (Melo, 2003).

En la Tabla IV.32, se presentan los resultados Valor de Importancia Relativa (VIR), y el porcentaje de importancia de cada de una de las especies presentes en los diferentes estratos de la vegetación de selva.

**Tabla IV.32. Valor de importancia (VI) e Índice de Valor de importancia (IVI) en los diferentes estratos de la vegetación del predio.**

Nombre Común	Especie	VI	IVI (%)
<b>Estrato Arbóreo</b>			
Akitz	<i>Thevetia gaumeri</i>	25.13	8.38
Alamo	<i>Ficus maxima</i>	13.14	4.38
Almendra	<i>Terminalia catappa</i>	5.35	1.78
Amate negro	<i>Ficus cotinifolia</i>	4.69	1.56
Cancerina	<i>Semialarium mexicanum</i>	2.06	0.69
Caracolillo	<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	80.74	26.91
Cascarillo	<i>Croton reflexifolius</i>	6.95	2.32
Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	43.22	14.41
Chacteviga	<i>Caesalpinia mollis</i>	4.09	1.36
Chak mo'ol che'	<i>Erythrina standleyana</i>	2.05	0.68
Chechen	<i>Metopium brownei</i>	9.46	3.15
Coco	<i>Cocos nucifera</i>	3.42	1.14
Elemuy	<i>Malmea depressa</i>	2.05	0.68
Gusanillo	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	2.05	0.68
Huano	<i>Sabal yapa</i>	2.07	0.69
Huaya	<i>Talisia olivaeiformis</i>	4.66	1.55
Jabín	<i>Piscidia piscipula</i>	31.21	10.40
K'an ja' abin	<i>Senna racemosa</i>	9.89	3.30
Palma Chit	<i>Thrinax radiata</i>	18.67	6.22
Pich	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	2.08	0.69
Primavera	<i>Tabebuia chrysantha</i>	2.05	0.68
Roble	<i>Ehretia tinifolia</i>	2.05	0.68
Tzalam	<i>Lysiloma latisiliqua</i>	4.16	1.39
Verde lucero	<i>Pithecellobium leucospermum</i>	4.09	1.36
Ya'ax niik	<i>Vitex gaumeri</i>	11.61	3.87
Yaití	<i>Gymnanthes lucida</i>	3.08	1.03
		<b>300</b>	<b>100</b>

Nombre Común	Especie	VI	IVI (%)
<b>Estrato Arbustivo</b>			
Akitz	<i>Thevetia gaumeri</i>	45.28	15.09
Boob	<i>Coccoloba spicata</i>	6.64	2.21
Caracolillo	<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	14.60	4.87
Cascarillo	<i>Croton reflexifolius</i>	50.02	16.67
Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	12.17	4.06
Cornezuelo	<i>Acacia cornigera</i>	5.05	1.68
Guaje	<i>Leucaena leucocephala</i>	5.00	1.67
K'an ja' abin	<i>Senna racemosa</i>	106.86	35.62
Palma Chit	<i>Thrinax radiata</i>	5.07	1.69
Pomolche	<i>Jatropha gaumeri</i>	5.02	1.67
Primavera	<i>Tabebuia chrysantha</i>	10.17	3.39
Ya'ax niik	<i>Vitex gaumeri</i>	14.44	4.81
Yaití	<i>Gymnanthes lucida</i>	19.68	6.56
		<b>300</b>	<b>100</b>
<b>Estrato Herbáceo</b>			
Akitz	<i>Thevetia gaumeri</i>	9.11	4.56
Boob	<i>Coccoloba spicata</i>	6.47	3.23
Caracolillo	<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	16.31	8.16
Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	24.36	12.18
Chechen	<i>Metopium brownei</i>	20.34	10.17
Cornezuelo	<i>Acacia cornigera</i>	4.56	2.28
Huano	<i>Sabal yapa</i>	4.56	2.28
Majahua	<i>Hampea trilobata</i>	26.48	13.24
Palma Chit	<i>Thrinax radiata</i>	5.61	2.81
Pimienta de monte	<i>Ardisia escallonioides</i>	4.56	2.28
Primavera	<i>Tabebuia chrysantha</i>	13.34	6.67
Randia	<i>Randia longiloba</i>	13.34	6.67
Tulipancillo	<i>Malvaviscus arboreus</i>	24.69	12.34
Ya'ax niik	<i>Vitex gaumeri</i>	20.34	10.17
Zapote	<i>Manilkara zapota</i>	5.94	2.97
		<b>200</b>	<b>100</b>

Derivado de los resultados del Índice de Valor de Importancia obtenido para cada uno de los estratos, podemos indicar lo siguiente:

Para el estrato arbóreo la especie *Sideroxylon foetidissimum* (Caracolillo), es la que presentó el valor más alto de Índice de valor importancia ecológica con un IVI de 26.91%, dado que fue la especie con mayor abundancia y que ocupa mayor espacio dentro del predio (área basal).

En el estrato arbustivo solamente fueron identificadas 13 especies, y la que tuvo el valor más alto del índice de valor de importancia es *Senna racemosa* (K'an ja' abin) con IVI de 35.62%.

Con respecto al estrato herbáceo se presenta una mejor distribución de las especies presentes, dado que no se presentó la dominancia tan marcada de una sola especie, así como en los estratos arbóreo y arbustivo. Por ejemplo, las especies *Hampea trilobata* (Majahua), *Malvaviscus arboreus* (Tulipancillo) y *Bursera simaruba* (Chaca), presentaron valores de IVI de 13.24, 12.34% y 12.18%, respectivamente; por lo tanto, estas especies en conjunto conforman el 37.76% del valor de importancia, entre las especies presentes en dicho estrato.

### **Análisis de la vegetación por estratos (Shannon-Wiener, Simpson, Pielou)**

A continuación, se presenta una tabla resumen en el cual se ejemplifican los resultados de los índices que han sido calculados (Tabla IV.33).

**Tabla IV.33. Resumen de los indicadores de diversidad y estructura de la vegetación en sus tres estratos.**

	Riqueza Específica	Dominancia	Diversidad	Equitatividad
Estratos	S	Índice de Simpson	Índice de Shannon-Wiener	Índice de Pielou
Arbóreo	26	0.100	2.6242	0.8054
Arbustivo	13	0.1874	2.0217	0.7882
Herbáceo	15	0.0946	2.4774	0.9148

Cabe señalar que los índices de Simpson (Dominancia), Shannon-Wiener (Diversidad) y Pielou (Equitatividad), fueron calculados con las fórmulas que se describen en el siguiente apartado, programadas en una hoja de cálculo Excel 2019.

Como se puede observar, el estrato arbóreo presenta un valor de Dominancia (índice de Simpson) de 0.100; lo anterior nos indica que existe un 10% de probabilidad de que dos individuos tomados al azar sean de la misma especie, el resultado anterior es derivado de la mayor riqueza de especies en dicho estrato. Con respecto al valor del índice de equitatividad (0.8054), se puede considerar alto, ya que el resultado se encuentra cercano a uno, lo anterior, dado que a pesar de que si se presentó una especie con mayor peso ecológico dentro de este estrato que fue *Sideroxylon foetidissimum* (Caracolillo), la distribución de las abundancias de las demás especies, fueron similares; este resultado a su vez nos indica, que no existe dominancia de una especie. Con respecto al índice de diversidad, el valor obtenido fue de 2.6242, lo que nos indica que la diversidad en el estrato arbóreo es media, lo cual es debido a que fueron identificadas 26 especies, siendo que en este tipo de ambientes se debería de presentar una mayor riqueza de especies, y una mayor diversidad.

Para el estrato arbustivo de acuerdo a los resultados de índice de Simpson, la dominancia es marcada que lo determinado en los otros dos estratos, puesto que fue el estrato donde se identificó la menor riqueza de especies de los tres estratos, por lo tanto el resultado de este índice es de 0.1874, lo cual nos indica que existe un 18.74% de probabilidad de que dos individuos tomados al azar sean de la misma especie; el resultado anterior es derivado de la menor riqueza de especies, lo cual se corrobora con el resultado del índice de equitatividad, que para este estrato fue donde se presentó el valor más bajo (0.7882). En este estrato se presentó el valor más bajo de los tres estratos de la vegetación, en cuanto al índice de diversidad (2.0217), lo anterior independientemente de que se tiene mayor abundancia, pero con una menor riqueza de especies, dado que solamente fueron identificadas 13; es importante señalar que el índice de diversidad determinado es bajo, considerando que el valor usual en ecosistemas naturales debe ser de mínimo de 2, y el valor obtenido para este estrato es apenas mayor a dos.

El estrato herbáceo fue el que presentó el valor medio del índice de diversidad de Shannon-Wiener, 2.4774, debido a que en este estrato se presentó una riqueza de especies de 15, y una mejor distribución de las abundancias de dichas especies, dado que la dominancia y el índice de valor de importancia, se encuentra repartido en tres de las 15 especies, y no solamente en una, como en los estratos arbóreo y arbustivo. Derivado de lo anterior, el valor del índice de equitatividad de Pielou, es de 0.9148, el valor más alto determinado en los tres estratos de la vegetación, lo cual indica que las abundancias de las especies presentes son similares, dado que el valor de dicho índice se encuentra cercano a 1. Por último, el valor de índice de dominancia de Simpson (0.0946), indica que existe una probabilidad del 9.4% de que, al tomar dos individuos al azar, sean de la misma especie; la probabilidad determinada fue la de valor más bajo para el predio, dado que, en el estrato herbáceo, se presentó un mayor número de especies que en el arbustivo, así como una mejor distribución de sus abundancias.

Margalef (1972), Magurran (2004), y Ramírez (2006), indican que en los ecosistemas naturales, la diversidad (Índice de Shannon-Wiener), es considerada baja, cuando los valores son menores a 2, media cuando oscila entre 3 y 5, y alta cuando superan el valor de 5. Con base en lo anterior, se puede indicar que la diversidad presente en el predio es baja, debido a que ninguno de los resultados obtenidos en los tres estratos de la vegetación, el valor fue mayor a 3.

### **Humedal con presencia de manglar**

De acuerdo con los levantamientos topográficos realizados en el predio y las labores de campo realizadas a través de los sitios de muestreo, se determinó que dentro del predio del proyecto "Residence Paradise", se tiene la presencia de vegetación de humedal con presencia de especies manglar, que ocupa una superficie de 8,995.91m<sup>2</sup> (0.8995 hectáreas). Es importante recalcar que esta vegetación no se verá afectada por ningún tipo de obra y/o actividad del proyecto, puesto que formará parte del área de conservación (Figs. IV.57-IV.62).

Es importante señalar que siendo que en el área de manglar no se realizará ninguna actividad, solamente fue realizada una caracterización de la vegetación presente, lo anterior con la finalidad de no tener que realizar afectaciones al manglar por la realización de los sitios de muestreo.



**Figuras IV.57 – IV.62. Vegetación presente en el área de manglar presente en el predio del proyecto “Residence Paradise”**

A continuación, en la tabla IV.34 se presenta el listado de especies por estrato que fueron identificadas en el área de manglar del predio del proyecto “Residence Paradise”.

**Tabla IV.34. Resumen de los indicadores de diversidad y estructura de la vegetación en sus tres estratos.**

Estrato	Nombre común	Nombre científico	Familia
Arbóreo	Caracolillo	<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	Sapotaceae
	Mangle botoncillo	<i>Conocarpus erectus</i>	Combretaceae
	Palma Chit	<i>Thrinax radiata</i>	Arecaceae
	Mangle rojo	<i>Rhizophora mangle</i>	Rhizophoraceae
	Mangle negro	<i>Avicennia germanis</i>	Acanthaceae
	Chechen	<i>Metopium brownei</i>	Anacardiaceae
	Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	Burseraceae
	Zapote	<i>Manilkara zapota</i>	Sapotaceae
Arbustivo	Mangle rojo	<i>Rhizophora mangle</i>	Rhizophoraceae
	Mangle botoncillo	<i>Conocarpus erectus</i>	Combretaceae
	Caracolillo	<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	Sapotaceae
	Palma Chit	<i>Thrinax radiata</i>	Arecaceae
	Mangle negro	<i>Avicennia germanis</i>	Acanthaceae
	Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	Burseraceae
	Zapote	<i>Manilkara zapota</i>	Sapotaceae
	Chechen	<i>Metopium brownei</i>	Anacardiaceae
Herbáceo	Mangle rojo	<i>Rhizophora mangle</i>	Rhizophoraceae
	Helecho de manglar	<i>Acrostichum danaeifolium</i>	Pteridaceae
	Mangle botoncillo	<i>Conocarpus erectus</i>	Combretaceae

Estrato	Nombre común	Nombre científico	Familia
	Palma Chit	<i>Thrinax radiata</i>	Arecaceae
	Nakax	<i>Coccothrinax readii</i>	Arecaceae
	Chechen	<i>Metopium brownei</i>	Anacardiaceae

### **Especies Forestales con estatus en el área de Manglar**

Con la información obtenida a través de la caracterización en el área de manglar, se determinó que en el predio se localizan individuos de cinco especies que se encuentran enlistadas en la Norma Oficial Mexicana de protección de especies, NOM-059-SEMARNAT-2010, la cual se presenta a continuación en la Tabla IV.35.

**Tabla IV.35. Especies forestales con estatus de protección.**

Nombre común	Nombre científico	Familia	Estatus
Palma Chit	<i>Thrinax radiata</i>	Arecaceae	Amenazada
Mangle rojo	<i>Rhizophora mangle</i>	Rhizophoraceae	Amenazada
Mangle botoncillo	<i>Conocarpus erectus</i>	Combretaceae	Amenazada
Mangle negro	<i>Avicennia germanis</i>	Acanthaceae	Amenazada
Nakax	<i>Coccothrinax readii</i>	Arecaceae	Amenazada

### **Fauna identificada en el predio del proyecto “Residence Paradise”**

#### ***Métodos de estimación del tamaño poblacional***

Para estimar la densidad de población de numerosas especies de fauna, se han utilizado métodos de conteo directo, y métodos de conteo indirecto. Los métodos directos se pueden separar en tres categorías:

- Conteo en transectos;
- Captura-marcaje;
- Reconstrucción de la posible estructura de población con base en datos de la propia cacería.

Respecto al método de conteo en transectos, estos pueden ser ubicados de manera aleatoria sistemática en el área, según la situación lo requiera para efectos de representatividad de distintas asociaciones vegetales o fisonómicas y, una vez decidido lo óptimo, el diseño debe

mantenerse inalterado. Debe evitarse ubicar transectos muy cercanos unos de otros. La longitud de cada transecto puede ser distinta. Es muy común el empleo de caminos de terracería, y veredas como transectos; esto se hace debido a la factibilidad de desplazamiento a vehículo, u otro medio. (Gallina & López, 2011).

Derivado de lo anterior, debido al tamaño del predio, y la vegetación que se encuentra presente, se tomó la decisión de utilizar el método directo de conteo en transectos.

Los monitoreos estuvieron dirigidos, para cada grupo de vertebrado (anfibios, reptiles, aves y mamíferos), enfatizando de manera especial las especies consideradas en alguna categoría de conservación, de acuerdo a la normatividad ambiental, y otros ordenamientos aplicables (Gallina & López, 2011).

### **Métodos de muestreo y registro**

Las técnicas de muestreo para cada grupo taxonómico se realizaron siguiendo los criterios de Jones (1986), Casas-Andreu (1990) y Cherkiss *et al.* (2005). Es por ello por lo que en lo específico los muestreos de la fauna de vertebrados terrestres consistieron en recorridos, tratando de esta manera, cubrir todos los ambientes presentes en el predio.

Durante los recorridos se registró y determinó aquel taxón avistado de la fauna terrestre concerniente a este trabajo. El trabajo de campo fue complementado observando signos de presencia de todos los grupos; lo que incluye: huellas impresas en el sustrato, mudas, nidos, plumas, ejemplares muertos, aromas, cantos, entre otros. Cada ejemplar fue determinado de manera específica y registrado.

Muestreo Directo (MD). Este método consiste en la observación directa de los organismos en su hábitat y bajo sus condiciones normales de actividad. Por lo general en campo existe poca probabilidad de observarlos directamente. Mediante los recorridos preliminares realizados para el área de afectación del proyecto se lograron reconocer la estructura general de la vegetación en el predio, y los posibles puntos para los muestreos directos de fauna.

Muestreo Indirecto (MI). Dada la baja probabilidad de registro de algunos organismos por el método de observación directa, se implementaron los métodos indirectos. Este tipo de método se basa en el registro de fauna mediante rastros y señales de actividad que van dejando a su paso por la vegetación y hábitats. A continuación, se describen estos dos métodos para cada uno de los grupos de fauna anteriormente descritos.

#### *Anfibios y Réptiles*

(MD): Para el registro mediante observación directa de estos grupos se realizaron recorridos a lo largo de los transectos y en las áreas donde se encuentra presente la vegetación. Se

removieron piedras y herbáceas, se revisaron troncos y ramas de vegetación en pie para el registro de estas especies.

(MI): También se buscaron rastros y señales de actividad de algunas especies de reptiles, como son las camisas o pieles cambiadas de las serpientes, así como algunos sonidos.

Para la identificación de especies se utilizaron las guías de campo de Lee (2000), Campbell (1998), así como el ordenamiento filogenético, y la nomenclatura recopilada por Flores-Villela et al. (1995).

### Aves

(MD): Para su registro se consideraron todos los organismos en vuelo, y los perchados, así como los encontrados en las áreas adyacentes al predio.

(MI): Las evidencias indirectas que se buscaron consistieron en la presencia de plumas, ya sea como producto de mudas o de restos de la depredación por otros organismos, así como de la presencia de nidos en las ramas, o en oquedades de los árboles. El levantamiento de datos se realizó con el registro tanto visual, como auditivo de las especies.

Como apoyo para la identificación de aves se utilizaron guías de aves en campo (Howell, S. y S. Webb. 1995; National Geographic Society. 1987; Peterson, R. y E. Chalif. 1973).

### Mamíferos

El objetivo de los recorridos aplicados a este grupo animal, fue el lograr la observación directa de especies, o bien, su registro. En general se siguieron las rutas de muestreo utilizadas para los otros grupos animales, verificando la presencia de mastofauna, en el sustrato, o en la vegetación.

(MD): La presencia de los mamíferos de talla mediana y grande, se registró mediante métodos directos (registro visual o auditivo).

(MI): El registro indirecto fue por medio de rastros (huellas, excretas, pelos, comederos, rascaderos, madrigueras, nidos) según las sugerencias hechas por Aranda (2000) y Reid (1997). El ordenamiento filogenético y la nomenclatura utilizada para los taxa se tomó de Ramírez-Pulido et al. (1996).

A continuación, en la Tabla IV.36, se presenta el concentrado de la fauna silvestre identificada durante el período de muestreo realizado en el predio.

**Tabla IV.36. Especies de fauna identificada en el predio.**

Clase	Nombre común	Nombre científico	Familia	No. Ind
Aves	Zanate mexicano	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Scolopacidae	6
	Chachalaca	<i>Ortalis ruficauda</i>	Cracidae	1
	Paloma de collar turca	<i>Streptopelia decaocto</i>	Columbidae	4
	Bienteveo común	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Tyrannidae	3
Reptilia	Iguana rayada	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguanidae	2
Mamífera	Tejón	<i>Nasua narica</i>	Procyonidae	6
	Ardila	<i>Sciurus yucatanensis</i>	Sciuridae	2
	Tlacuache	<i>Didelphis marsupialis</i>	Didelphidae	1
<b>Total</b>				<b>26</b>

**Riqueza de especies.**

*Aves.* - Las especies identificadas se alimentan de frutos, semillas e insectos, construyen nidos con palos pequeños y hojas; es común encontrarlas en zonas de vegetación abundante, pero debido a la expansión de las zonas urbanas, de igual forma se les puede avistar en las zonas conurbadas.

*Mamíferos.* – Las tres especies de fauna silvestre identificada en el predio, son comúnmente identificadas en áreas urbanas, debido a que estas especies se han adaptado a la perturbación. En el caso de los tejones (*Nasua narica*) fueron avistados cuatro individuos debido a que esta especie suele a movilizarse en familia.

*Réptiles.* – Las zonas cercanas a la costa son el hábitat natural de la Iguana rayada, este réptil se caracteriza por ser un animal de gran adaptabilidad a las modificaciones promovidas por el hombre, encontrándose en casi cualquier lugar, e incluso sobre viviendas o cruzando calles dentro de las comunidades costeras. Esta especie se encuentra enlistada en la Norma **NOM-059-SEMARNAT-2010** con estatus Amenazada No endémica (Tabla IV.37)

**Tabla IV.37. Especie de fauna con estatus de protección.**

Nombre común	Nombre científico	Familia	Estatus
Iguana rayada	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguanidae	Amenazada



**Figuras IV.63-IV.64. Fauna silvestre identificada en el predio del proyecto “Residence Paradise”.**

**Análisis de diversidad por grupo faunístico**

Para determinar la diversidad de especies presentes en el predio del proyecto “Residence Paradise”, se realizó el análisis de índices de Shannon y se determinó la similitud encontrada, para cada grupo faunístico. En la tabla IV.38, se presentan los resultados para la clase mamíferos.

**Tabla IV.38. Índice de diversidad de mamíferos.**

Clase	Individuos	Abundancia relativa (pi)	ln(pi)	(pi) * ln(pi)
Tejón	6	0.667	-0.4055	-0.2703
Ardila	2	0.222	-1.5041	-0.3342
Tlacuache	1	0.111	-2.1972	-0.2441
Riqueza = 3	<b>9</b>			<b>0.8487</b>

Índice de diversidad de Shannon: = 0.8487

Riqueza S =3

H max = Ln S = 1.0986

Equitatividad (J) J= H/Hmax =0.7725

De acuerdo con los resultados presentados, la riqueza específica para la clase mamíferos es de 3, dado que fueron tres especies las que fueron identificadas. El índice de diversidad es bajo, dado que es inferior a 2 (0.8487). El valor de equitatividad nos indica que las abundancias de los mamíferos se encuentran bien distribuidas, dado que el resultado para este índice es cercano a 1 (0.7725).

A continuación, en la Tabla IV.39, se presentan los resultados de la clase faunística Aves.

**Tabla IV.39. Índice de diversidad de aves.**

Clase	Individuos	Abundancia relativa (pi)	ln(pi)	(pi) * ln(pi)
Zanate mexicano	6	0.429	-0.8473	-0.3631
Chachalaca	1	0.071	-2.6391	-0.1885
Paloma de collar turca	4	0.286	-1.2528	-0.3579
Bienteveo común	3	0.214	-1.5404	-0.3301
Riqueza = 4	<b>14</b>			<b>1.2397</b>

Índice de diversidad de Shannon: = 1.2397

Riqueza S =4

H max = Ln S = 1.3863

Equitatividad (J) J= H/Hmax =0.8942

En esta clase faunística, fue donde se obtuvo la mayor riqueza específica siendo que fueron identificadas 4 especies. De igual forma, el valor del índice de diversidad fue el más alto de entre las clases faunísticas (1.2397), siendo este un valor bajo, dado que el resultado fue inferior a 2. Al igual que en la clase mamífera, las aves, tienen una adecuada distribución de sus abundancias, dado que el valor del índice de equitatividad, se encuentra cercano a 1 (0.8942).

Para la clase faunística Réptiles no se pudo realizar el análisis de diversidad, dado que solamente fue identificada una especie.

Finalmente, en la Tabla IV.40, se presenta el concentrado de los resultados del índice de diversidad, diversidad máxima, y el índice de equitatividad, para los tres grupos faunísticos.

**Tabla IV.40. Índices de diversidad de los tres grupos de fauna.**

Clase	Riqueza	Índice de Shannon- Wiener	Hmax	Equitatividad
Mamíferos	3	0.8487	1.0986	0.7725
Aves	4	1.2397	1.3863	0.8942
Réptiles	1	-	-	-

De acuerdo con lo indicado en la tabla anterior, se puede comprobar que la mayor diversidad, se obtuvo en el grupo de las aves, seguidamente por los mamíferos, en cuanto a los réptiles, la iguana rayada tiene como su hábitat predominante zonas costeras o cercanas a las costas, por lo que es muy común encontrarla. Tanto en las aves como en los mamíferos, se observa una equidad semejante. Como fue indicado anteriormente, dado que solamente fue identificada una especie de la clase Réptiles, no fue posible realizar el análisis de diversidad.

**IV.4. Medio socioeconómico.**

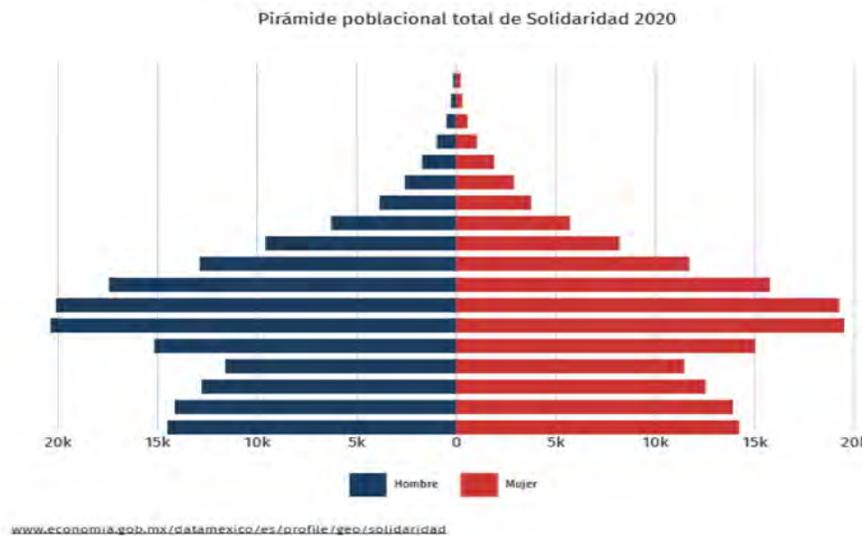
Debido a la carencia de información específica de las características del medio socioeconómico al nivel del Sistema Ambiental, se optó por describir las características del Municipio de Solidaridad, que es la unidad geográfica para la cual se tiene información oficial disponible.

En 2020, la población en Solidaridad fue de 333,800 habitantes (51.1% hombres y 48.9% mujeres). En comparación a 2010, la población en Solidaridad creció un 110%.

**Población**

La población total de Solidaridad en 2020 fue 333,800 habitantes, siendo 48.9% mujeres y 51.1% hombres, con una población femenina de 163,324 y una población masculina de 170,476.

Los rangos de edad que concentraron mayor población fueron 25 a 29 años (39,853 habitantes), 30 a 34 años (39,326 habitantes) y 35 a 39 años (33,190 habitantes). Entre ellos concentraron el 33.7% de la población total.



**Figura IV.65. Pirámide poblacional del Municipio de Solidaridad.**

**Lengua indígena**

La población de 3 años y más que habla al menos una lengua indígena fue 31.3k personas, lo que corresponde a 9.38% del total de la población de Solidaridad.

Las lenguas indígenas más habladas fueron Maya (22,198 habitantes), Tseltal (3,603 habitantes) y Ch'ol (2,173 habitantes). A continuación, en la Figura IV.66, se presenta un

gráfico en el que se muestra las 10 principales lenguas indígenas habladas por la población del Municipio de Solidaridad.



Figura IV.66. Principales lenguas indígenas habladas en el Municipio de Solidaridad.

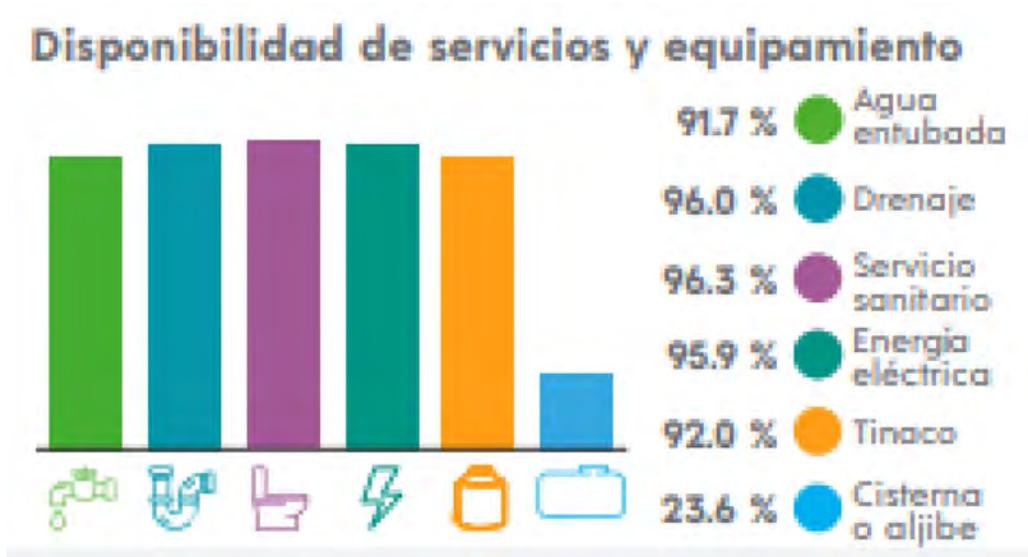
### Calidad de vida

En 2020, la mayoría de las viviendas particulares habitadas contaba con 3 y 2 cuartos, 39.7% y 26%, respectivamente.

En el mismo periodo, destacan de las viviendas particulares habitadas con 2 y 1 dormitorios, 48.5% y 42.6%, respectivamente.

### Servicios

De acuerdo con el censo de población y vivienda del 2020, en el Municipio de Solidaridad, se tiene un 91.7% de viviendas con agua entubada, 96% de las viviendas con drenaje, 96.3% con servicios sanitarios, el 95.9% con energía eléctrica, el 92% con tinaco y el 23.6% con sistema de cisterna.



**Figura IV.67. Disponibilidad de servicios y equipamiento en las viviendas del Municipio de Solidaridad.**

#### Servicios de conectividad en la vivienda

En el municipio de solidaridad 52.5% de las viviendas tiene acceso a internet, el 35.4% dispone de una computadora en sus hogares y el 92.3% dispone por lo menos de un dispositivo móvil.

#### Servicios Públicos Municipales

El Municipio de Solidaridad cuenta con todos los servicios que requiere una zona urbana, los cuales son:

Sistema de agua potable y drenaje: Cubre las necesidades de visitantes y habitantes. El servicio de aguas residuales se integra a la red de drenaje de la cabecera municipal.

Energía eléctrica: Se encuentra interconectada al sistema de energía eléctrica.

Servicio de Limpia: Los residuos domésticos son recolectados diariamente por el servicio de limpia del H. Ayuntamiento.

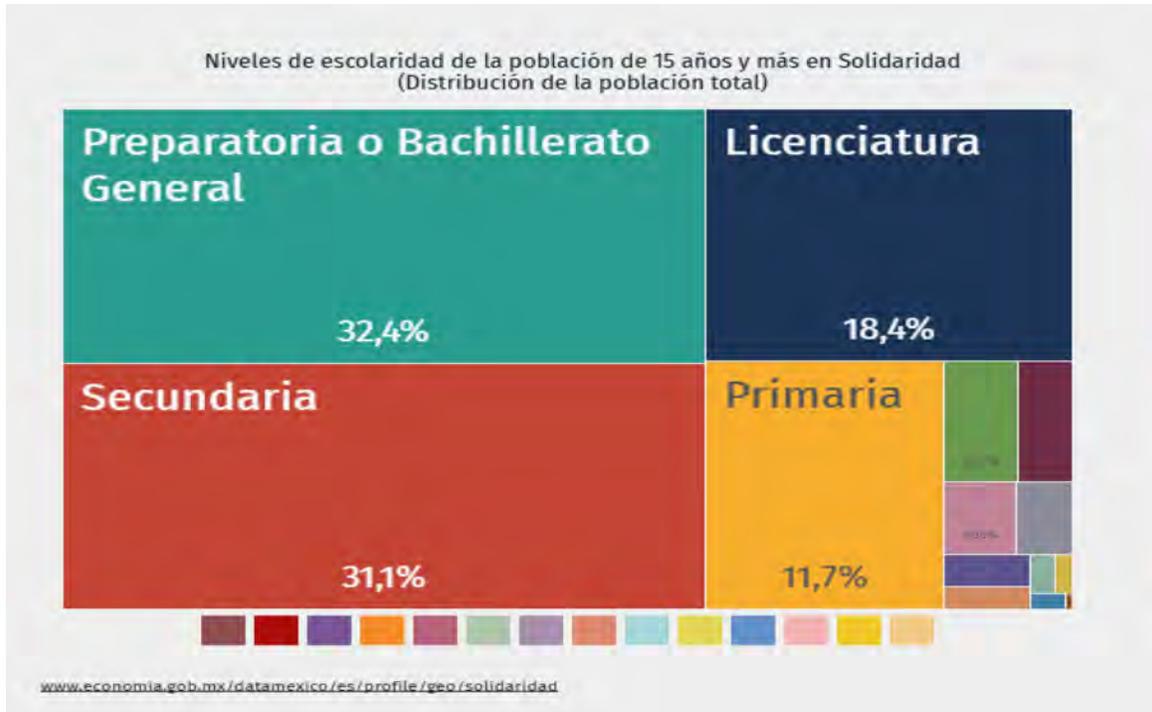
El ayuntamiento de Solidaridad, proporciona a las principales colonias, los servicios de aseo urbano, alumbrado público, parques y jardines, instalaciones deportivas, mercado, seguridad pública, tránsito, drenaje.

Teléfono: El Municipio de Solidaridad cuenta con servicio telefónico local y de larga distancia automática.

**Nivel de escolaridad**

En 2020, los principales grados académicos de la población de Solidaridad fueron Preparatoria o Bachillerato General (76.7k personas o 32.4% del total), Secundaria (73.6k personas o 31.1% del total) y Licenciatura (43.5k personas o 18.4% del total).

La gráfica muestra la distribución porcentual de la población de 15 años y más en Solidaridad según el grado académico aprobado.

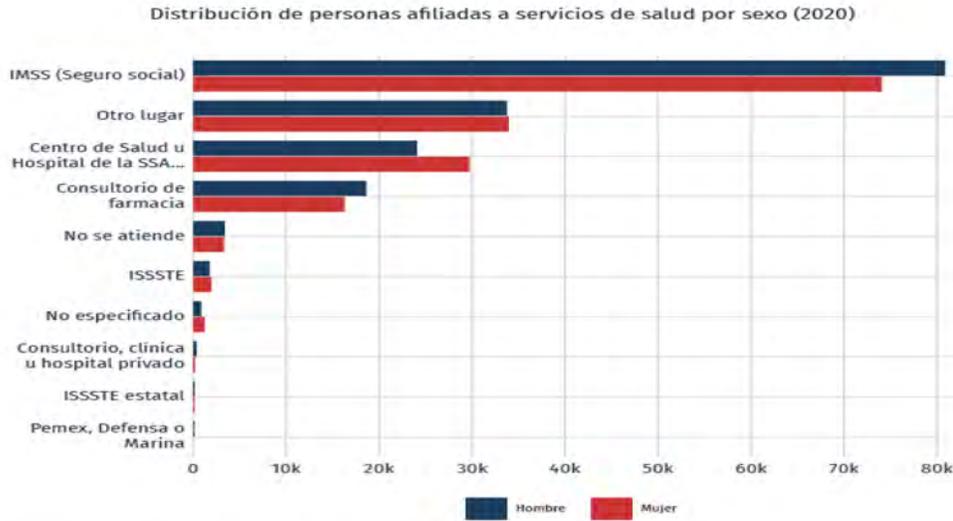


**Figura IV.68. Disponibilidad de servicios y equipamiento en las viviendas del Municipio de Solidaridad.**

**Servicios de salud**

En Solidaridad, las opciones de atención de salud más utilizadas en 2020 fueron IMSS (Seguro social) (155k), Otro lugar (67.7k) y Centro de Salud u Hospital de la SSA (Seguro Popular) (53.8k).

En el mismo año, los seguros sociales que agruparon mayor número de personas fueron Seguro Popular o para una Nueva Generación (Siglo XXI) (185k) y No Especificado (67.2k).



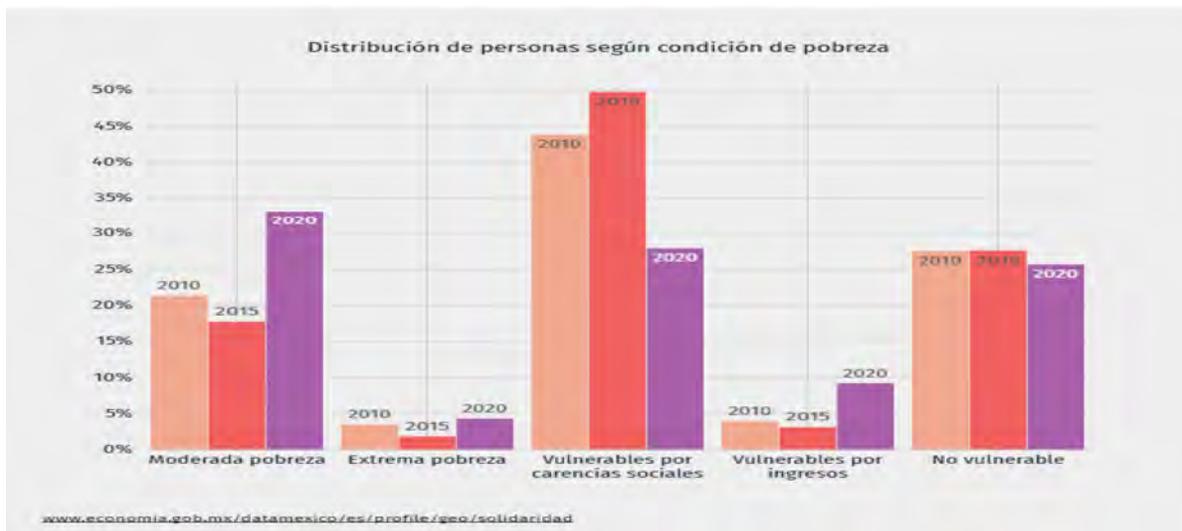
[www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/solidaridad](http://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/solidaridad)

**Figura IV.69. Distribución de personas afiliadas a servicios de salud del Municipio de Solidaridad.**

**Indicadores de pobreza y carencias sociales**

En 2020, 33.1% de la población se encontraba en situación de pobreza moderada y 4.28% en situación de pobreza extrema. La población vulnerable por carencias sociales alcanzó un 27.8%, mientras que la población vulnerable por ingresos fue de 9.19%.

Las principales carencias sociales de Solidaridad en 2020 fueron carencia por acceso a la seguridad social, carencia por acceso a la alimentación y carencia por acceso a los servicios de salud.



[www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/solidaridad](http://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/solidaridad)

**Figura IV.70. Distribución personas en condición de pobreza en el Municipio de Solidaridad.**

#### IV.5 Paisaje

México cuenta con una gran riqueza paisajística debido a la gran cantidad de elementos culturales, patrimoniales, climatológicos, biológicos, que se presentan en conjunto dentro de un mismo territorio. Sin embargo, este servicio ambiental, se ha deteriorado por las actividades antropogénicas que perturban el equilibrio ecológico de los ecosistemas. Existen diversas definiciones de paisaje, las cuales van desde la concepción del paisaje como una forma simbólica del mundo objetivado por un sujeto, hasta la concepción ambientalista del medio natural que nos rodea. El Convenio Europeo del Paisaje, define al paisaje como cualquier parte de un territorio tal como la percibe la población, cuyo carácter sea la acción, y la interacción de factores naturales y/o humanos.

El paisaje puede definirse como la percepción que se posee de un sistema ambiental. Es por lo tanto, “el área en el que conviven los rasgos naturales, así como los influenciados por el hombre y que da lugar a una percepción visual y mental tanto individual como colectiva del conjunto de ese espacio” (Abad Soria y García Quiroga, 2006).

La consideración del paisaje como elemento del medio ambiente implica dos aspectos fundamentales: el paisaje como elemento aglutinador de una serie de características del medio físico y la capacidad que tiene un paisaje para absorber los usos y actuaciones que se desarrollan sobre él.

Para efecto de esta evaluación se entiende al paisaje como un conjunto de elementos naturales y antropogénicos que tienen una influencia en la percepción visual del ambiente por parte de la población. Dicho lo anterior se considera que un impacto negativo, obtendrá dicho adjetivo, cuando se provoque en el espectador, una sensación desagradable del medio que lo rodea. Con el fin de evaluar de forma cuantitativa las posibles alteraciones en el paisaje, por efecto de la implementación del proyecto “**Residence Paradise**”, se utilizará la metodología propuesta por Muñoz (2004), donde se realiza el cálculo de la fragilidad del paisaje, la cual es definida como la capacidad del paisaje, para recibir alteraciones sin deterioro de su calidad visual.

Para ello, se analizarán los factores biofísicos que tienen efecto sobre la fragilidad del paisaje, los cuales son propuestos por las metodologías de evaluación del paisaje de Muñoz (2004) y Montoya, *et al.* (2003); dichos factores se evaluaron conforme a las características del predio, en el cual se propone llevar a cabo el proyecto.

**Tabla IV.41. Factores biofísicos a evaluar, así como sus características y su valoración numérica; así como el valor asignado de acuerdo a las condiciones actuales de los predios del proyecto.**

Factor	Característica	Valores de fragilidad		Valor asignado
		Nominal	Númérico	
	67 - 100 % suelo cubierto de especies leñosas	Bajo	1	1

Factor	Característica	Valores de fragilidad		Valor asignado
		Nominal	Numérico	
Densidad de vegetación	34 - 67 % suelo cubierto de especies leñosas	Medio	2	
	0 - 34 % suelo cubierto de especies leñosas	Alto	3	
Diversidad de estratos de vegetación	> 3 estratos de vegetación dominante	Bajo	1	1
	< 3 estratos de vegetación dominante	Medio	2	
	1 estrato de vegetación dominante	Alto	3	
Altura de la vegetación	> 3 m de altura promedio	Bajo	1	1
	>1 m < 3 m de altura promedio	Medio	2	
	< 1 m de altura promedio	Alto	3	
Estacionalidad de la vegetación	Vegetación dominante perennifolia	Bajo	1	1
	Vegetación mixta	Medio	2	
	Vegetación dominante caducifolia	Alto	3	
Contraste cromático vegetación/vegetación	Manchas policromáticas sin pauta nítida	Bajo	1	1
	Manchas policromáticas con pauta nítida	Medio	2	
	Manchas monocromáticas	Alto	3	
Contraste cromático vegetación/suelo	Contraste visual bajo	Bajo	1	1
	Contraste visual medio	Medio	2	
	Contraste visual alto	Alto	3	
Pendiente	0 - 25 %	Bajo	1	1
	25 - 55 %	Medio	2	
	> 55 %	Alto	3	
Valor histórico y cultural	Baja unicidad, singularidad y/o valor	Bajo	1	3
	Media unicidad, singularidad y/o valor	Medio	2	
	Alta unicidad, singularidad y/o valor	Alto	3	
Distancia de red vial y núcleos habitados	Distancia superior a 1600 m	Bajo	1	3
	Distancia entre 400 y 1600 m	Medio	2	
	Distancia inferior a 400 m	Alto	3	
Visualización	Complejo	Bajo	1	2
	Medio	Medio	2	
	Simple	Alto	3	
<b>Fragilidad</b>				<b>15</b>
Baja	11 a 18			

Factor	Característica	Valores de fragilidad		Valor asignado
		Nominal	Numérico	
Media		19 a 26		
Alta		27 a 33		

La calidad visual de un paisaje “es el grado de excelencia de éste, su mérito para no ser alterado o destruido o de otra manera, su mérito para que su esencia y su estructura actual se conserve” (Blanco, 1979).

En virtud de lo anterior y derivado de la evaluación de **la fragilidad paisajística del predio del proyecto, esta se considera Baja**, dado que el puntaje obtenido de la Tabla IV.41 fue de **15**; por lo cual se considera entonces, que la fragilidad del paisaje en el predio del proyecto es baja, y de acuerdo con las definiciones anteriormente citadas, esto indica que el paisaje tiene la capacidad de sufrir modificaciones, sin el deterioro de su calidad visual.

Este resultado se debe a la conjunción de las características del predio como lo es el tipo de vegetación de Selva Mediana Subperennifolia, que se tiene presencia de especies leñosas en el 100%, con un estrato dominante y alturas mayores a tres metros. Con respecto al suelo, no se presentan pendientes mayores a 25% y se presenta un contraste visual bajo entre el suelo y la vegetación. Otra característica para considerar del predio es su alta singularidad derivado de la presencia de diversas especies enlistadas en la Norma Oficial Mexicana 059, tanto en el área de humedal, como en el área de Selva. Otro factor a considerar es la distancia hacia el núcleo de población más cercano la cual es inferior a 400 metros siendo que el predio del proyecto se encuentra inmerso dentro de un área turístico habitacional del Municipio de Solidaridad.

Derivado de lo anterior, se puede indicar que, la calidad del paisaje, no sólo depende de los factores biológicos que lo integran, sino que también influye la percepción del espectador, que en este caso son los visitantes y habitantes que llegan a disfrutar de la oferta turística. Este nivel de fragilidad también se debe a que en general, el Estado de Quintana Roo, presenta pendientes muy bajas, por lo que el relieve impide la visualización directa del predio.

De igual forma con la finalidad de no alterar de manera negativa el paisaje, se ha considerado que el proyecto cumplirá con la normatividad constructiva y de uso de suelo de la zona en la cual se encuentra. Derivado de lo anterior el proyecto es viable debido a lo que se enlista a continuación:

- Se inserta en un predio con vocación de uso de suelo “Turística” dado que, en la zona del proyecto, actualmente se cuenta con infraestructura de urbanización, así como diversos desarrollos turísticos habitacionales
- La propuesta constructiva es concordante con el Programa de Ordenamiento Ecológico del Municipio de Solidaridad

- De acuerdo con lo permitido en el instrumento de ordenación del suelo, la superficie de aprovechamiento del proyecto se apegará a lo permitida, lo cual corresponde al 35% de la superficie del predio
- El espacio geográfico en el que se encuentra el sitio del proyecto corresponde a un ambiente predominantemente natural y con tendencia a un desarrollo ordenado.

## V. Identificación, Descripción y Evaluación de los Impactos Ambientales.

El impacto ambiental se define como la modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza (Artículo 3o, Fracción XIX, de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente); en este sentido, cualquier cambio que el proyecto ocasione sobre el ambiente, será considerado como un impacto ambiental.

Por otro lado, la evaluación del impacto ambiental es un proceso de análisis que sirve para prever los futuros cambios en el ambiente, sean de tipo antropogénico o generados por el mismo ambiente; asimismo, permite elegir aquella alternativa de proyecto cuyo desarrollo maximice los beneficios hacia el ambiente y disminuya los impactos no deseados; por lo tanto, el término impacto no implica en sí mismo negatividad, ya que estos también pueden ser positivos.

### V.1 Metodología para la Evaluación de los Impactos Ambientales

Para la evaluación del impacto ambiental se seleccionó el método de Matriz de Cribado o Matriz de Causa-Efecto. Se trata de una metodología que permite identificar los impactos ambientales a través de la interacción de cada una de las actividades del proyecto con los distintos factores del medio ambiente. Consiste en una matriz de doble entrada, en cuyas filas se desglosan los elementos del medio que pudieran ser afectados (físico abiótico, físico biótico y socioeconómico), y estos a su vez se dividen por factores ambientales (aire, agua, suelo, geomorfología, paisaje, flora, fauna, demografía, sector primario y sector secundario); en tanto que las columnas contienen las actividades del proyecto causales del impacto.

### V.2 Justificación de la Metodología Seleccionada

Este método fue seleccionado debido a que está confeccionado con el fin de poder adaptarse a todo tipo de proyectos por su carácter generalista y dado que permite la integración de **conocimientos** sectoriales, pudiendo actuar como hilo conductor para el trabajo de un equipo interdisciplinario; esto lo hace especialmente útil y práctico como herramienta para estudios de impacto ambiental; aunado a que el modelo es bastante completo y permite, partiendo de un diagrama arborescente del sistema ambiental, hacer una evaluación tanto cualitativa como cuantitativa del impacto ambiental, logrando esto último mediante el empleo de funciones de transformación. Además, posibilita comparar los impactos del proyecto en los escenarios del medio, sin implementar medidas protectoras y con la aplicación de ellas.

Entre las ventajas del método seleccionado se pueden citar las siguientes: 1) permite la obtención de un índice global de impactos; 2) se adapta a diferentes tipos de proyectos; 3)

pondera los efectos mediante la asignación de pesos; y 4) realiza una evaluación cualitativa y cuantitativa del impacto.

**V.3 Valoración del Impacto Ambiental a Nivel Cualitativo**

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN													
<b>MATRIZ DE CRIBADO</b>  <b>MATRIZ DE CAUSA-EFECTO</b>  En las columnas se colocaron todas aquellas actividades involucradas en el cambio de uso del suelo y en las filas se incluyeron todos y cada uno de los componentes del ambiente que se verán afectados por dichas actividades. La celda que indicaba una posible interacción entre ambos componentes de la matriz, fue marcada con una "+".		ACTIVIDADES											
		Contratación de personal	Compra y renta de materiales y equipo	Nivelación y compactación	Excavaciones y perforaciones	Cimentación	Construcción de edificaciones	Construcción de obras exteriores	Instalaciones sanitarias, hidráulicas y eléctricas	Acabados	Generación de residuos	Reforestación y jardinería	
COMPONENTES DEL MEDIO													
Abiótico	Clima			+	+	+							+
	Fisiografía					+	+						
	Geología												
	Hidrología superficial												
	Hidrología subterránea			+	+	+					+	+	
Biótico	Edofología			+	+						+	+	
	Flora												+
Biótico	Fauna						+	+			+	+	
	Paisaje							+					+
Socioeconómico	Sector social	+									+		
	Sector económico		+										

De acuerdo con la matriz de causa y efecto, se identificaron 25 posibles interacciones entre los diferentes componentes del medio y las obras y actividades implicadas durante la etapa de construcción. De los componentes del medio el clima, la hidrología subterránea y la

edafología, serán los elementos que tendrá mayor interacción con el proyecto, por lo que se prevé que serán los recursos que recibirán el mayor número de impactos ambientales que se generen.

ETAPA DE OPERACIÓN		ACTIVIDADES								
<b>MATRIZ DE CRIBADO</b> <b>MATRIZ DE CAUSA-EFECTO</b>  En las columnas se colocaron todas aquellas actividades involucradas en el cambio de uso del suelo y en las filas se incluyeron todos y cada uno de los componentes del ambiente que se verán afectados por dichas actividades. La celda que indicaba una posible interacción entre ambos componentes de la matriz fue marcada con una “+”.		Contratación de personal	Contratación de proveedores	Compra de insumos y equipo operativo	Operación del desarrollo	Monitoreo de fauna silvestre	Monitoreo de manglar	Tránsito vehicular	Generación de residuos sólidos y líquidos	Mantenimiento y limpieza
COMPONENTES DEL MEDIO										
Abiótico	Clima				+			+		
	Fisiografía									
	Geología									
	Hidrología superficial									
	Hidrología subterránea							+		
Biótico	Flora						+			
	Fauna				+	+		+	+	
Socioeconómico	Sector social	+	+		+				+	+
	Sector económico		+	+	+					

De acuerdo con la matriz de causa y efecto, se identificaron 16 posibles interacciones entre los diferentes componentes del medio y las obras y actividades implicadas durante la etapa de operación. De los componentes del medio la fauna y el sector social serán los elementos que tendrán mayor interacción con el proyecto, por lo que se prevé que serán los que recibirán el mayor número de impactos ambientales que se generen.

#### V.4 Valoración del Impacto Ambiental a Nivel Cuantitativo

Una vez definidas las interacciones entre los componentes del medio y las actividades del proyecto, se procede a valorarlos cuantitativamente a través de criterios de valoración (descritos más adelante). A cada criterio se le asignará un valor numérico y consecuentemente se realizará la sumatoria de los valores asignados aplicando el algoritmo propuesto por Domingo Gómez Orea (1988), modificado, el cual se indica como sigue: **Valor de importancia (VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)**. El resultado obtenido en la aplicación del algoritmo permitirá determinar más adelante el valor de importancia de cada impacto identificado. Como paso final, el resultado será ponderado con una escala de referencia (definida más adelante), a fin de establecer aquellos impactos relevantes o significativos que generará el proyecto.

#### V.5 Criterios seleccionados para la Valoración de los Impactos

En el siguiente cuadro se presentan los criterios de valoración con sus correspondientes atributos, que permitirán valorar cuantitativamente cada impacto ambiental identificado.

CRITERIOS DE VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS		
NO.	CRITERIO	ATRIBUTOS
1	Carácter	Positivo/Negativo
2	Intensidad	Alta/Media/Baja
3	Causa-efecto	Directo/Indirecto
4	Extensión	Puntual/Extenso/ Parcial
5	Momento	Corto plazo/ Mediano plazo/Largo plazo
6	Persistencia	Fugaz/Temporal/Permanente
7	Periodicidad	Irregular/Periódico/Continuo
8	Reversibilidad	Reversible/Irreversible
9	Recuperabilidad	Preventivo/Mitigable/Recuperable/Irrecuperable

Como puede verse en el cuadro anterior, para la evaluación cuantitativa del impacto, se utilizarán 9 criterios y 25 atributos, los cuales se describen como sigue:

**Carácter (+ ó -).**- Cuando hablamos del carácter del impacto, simplemente aludimos a si es beneficioso o dañino, lo cual suele indicarse con un signo **positivo** (+) o **negativo** (-), respectivamente. Con el impacto positivo las condiciones del medio (abiótico, biótico,

perceptual y socioeconómico) se benefician y mejoran, mientras que con el negativo se dañan o deterioran.

**Intensidad (In).**- Si por definición la intensidad es el grado de fuerza, cuando hablamos de la intensidad del impacto nos referimos a su nivel de destrucción si se trata de un impacto negativo, o de beneficio, si es positivo. Con un propósito práctico el grado de destrucción o beneficio se define como alto, medio o bajo, para identificar diferentes niveles de daño o mejora en las condiciones del medio (abiótico, biótico, perceptual y socioeconómico).

En un sentido negativo, cuando la intensidad es alta se produce una destrucción casi total del factor ambiental afectado, y si es baja hay una modificación mínima del factor afectado. En un sentido positivo, la intensidad alta refleja un beneficio máximo, mientras que si es baja solo indicaría una cierta mejora. En ambos casos, la intensidad media representa una situación intermedia al ser comparada con los dos niveles anteriores.

En relación a éste criterio, para el presente estudio se considerará lo siguiente:

- Intensidad alta: cuando el impacto ocasione una destrucción total o produzca un beneficio máximo sobre el recurso, con respecto al estado cero que presente antes de la puesta en marcha del proyecto.
- Intensidad media: cuando el impacto ocasione sobre el recurso una destrucción o un beneficio mayor al 50 % con respecto al estado cero que presente antes de la puesta en marcha del proyecto, pero no su destrucción total o un beneficio máximo.
- Intensidad baja: cuando el impacto ocasione una destrucción o produzca un beneficio menor al 50 % sobre el recurso, con respecto al estado cero que presente antes de la puesta en marcha del proyecto.

**Relación-causa efecto (Ce).**- Hace alusión a la inmediatez del impacto y su posición en la cadena de efectos. Si el impacto tiene un efecto inmediato sobre algún factor del medio se habla de impacto directo. Si el efecto tiene lugar a través de un sistema de relaciones más complejas y no por la relación directa acción-factor entonces se dice que es indirecto. Los impactos directos son también llamados primarios, son los más obvios pues ocurren casi al mismo tiempo que la acción que los causa, mientras que los indirectos son llamados secundarios, terciarios, etc.

**Extensión (Ex).**- La extensión permite considerar algo tan importante como las características espaciales del impacto, es decir, hasta dónde llega su efecto. Bajo este criterio los impactos se dividen en puntual, cuando afecta un espacio muy localizado; extenso si afecta un espacio muy amplio, o parcial si afecta un espacio intermedio, al ser comparado de manera relativa con los dos niveles anteriores. Para este criterio es necesario establecer

una escala espacial relativa, referida al factor que se analiza, que a su vez ayudará a precisar las áreas de influencia directa e indirecta del proyecto.

Para fines del presente estudio, la escala espacial en la aplicación de este criterio, se considerará como se indica a continuación:

- Puntual: cuando el impacto sólo afecte la superficie donde se esté realizando la obra o actividad de que se trate.
- Parcial: cuando el impacto afecte una superficie mayor al sitio donde se esté realizando la actividad de que se trate, pero dentro de los límites del sistema ambiental.
- Extenso: cuando el efecto del impacto se produzca más allá de los límites del sistema ambiental.

**Momento (Mo).** - Alude al momento en que ocurre el impacto, es decir, el tiempo transcurrido desde que la acción se ejecuta y el impacto se manifiesta. Este tipo de impacto puede ocurrir a corto plazo, si se manifiesta inmediatamente o al poco tiempo de ocurrida la acción; a largo plazo si se expresa mucho tiempo después de ocurrida la acción; o a mediano plazo si se manifiesta en un momento después de ocurrida la acción que resulta intermedio al ser comparado de manera relativa con los dos niveles anteriores.

Para fines prácticos y metodológicos del presente estudio, en la aplicación de éste criterio se considerará lo siguiente:

- Corto plazo: si el impacto ocurre en forma inmediata o un mes después de que se produzca el factor que lo genera.
- Mediano plazo: cuando el efecto del impacto se manifieste en un período mayor a un mes, pero menor a tres meses de haberse producido el factor que lo genera.
- Largo plazo: cuando el efecto del impacto se manifieste en un período mayor a tres meses de haberse producido el factor que lo genera.

**Persistencia (Pe).** - Se refiere al tiempo que permanece actuando el impacto, es decir, la duración que teóricamente tendrá la alteración del factor que se está valorando. Así, se considera permanente aquel impacto que provoca una alteración indefinida en el tiempo; temporal aquel que causa una alteración transitoria; y fugaz aquel que causa una alteración breve. Para este tipo de criterio es necesario establecer una escala temporal relativa, referida al factor que se analiza y para ello se tomará como base el cronograma del proyecto, el cual permitirá establecer un tiempo concreto de duración ajustado a la realidad del proyecto.

Para fines del presente estudio, la escala espacial en la aplicación de éste criterio, se considerará como se indica a continuación:

- Fugaz: si el impacto deja de manifestarse al cesar el factor lo que se genera.
- Temporal: si el impacto se manifiesta sólo durante la etapa en la que se genera, e incluso en la etapa subsecuente, pero no durante toda la vida útil del proyecto.
- Permanente: si el impacto se manifiesta durante toda la vida útil del proyecto.

**Periodicidad (Pr).** - Alude a la regularidad o grado de permanencia del impacto en un período de tiempo. Se define como irregular al que se manifiesta de forma discontinua e impredecible en el tiempo, periódico si se expresa de forma regular pero intermitente en el tiempo y continuo si el cambio se manifiesta constante o permanentemente en el tiempo. Este último, en su aplicación tiende a confundirse con el impacto permanente, sin embargo, el impacto permanente concierne a su comportamiento en el tiempo y el continuo al tiempo de actuación.

**Reversibilidad (Rv).** - En ocasiones, el medio alterado por alguna acción puede retornar de forma natural a su situación inicial cuando la acción cesa; hablamos entonces de impacto reversible. Cuando al desaparecer dicha acción, no es posible el retorno al estado original de manera natural, decimos entonces que el impacto es irreversible. Este criterio no se considera para evaluar los impactos al medio socioeconómico, puesto que los elementos que lo integran no son de tipo natural.

**Recuperabilidad (Rc).** - No siempre es posible que el medio alterado por alguna acción pueda regresar de forma natural a su situación inicial cuando la acción cesa. En tales casos debemos tomar medidas para que esto ocurra. Definimos entonces el impacto recuperable cuando éste desaparece al cesar la acción que lo causa; preventivo cuando se aplican medidas que impiden la manifestación del impacto; mitigable como aquel donde la aplicación de medidas correctoras sólo reducen el efecto de la acción impactante, sin llegar a la situación inicial; e irrecuperable cuando al desaparecer la acción que lo causa no es posible el retorno a la situación inicial, ni siquiera a través de medidas de protección ambiental, por lo que además de medidas mitigadoras para reducirlo, debemos aplicar las llamadas medidas compensatorias para remediarlo. En los casos, preventivo y mitigable, aplican las llamadas medidas preventivas o de mitigación, a las cuales nos referiremos en el próximo capítulo.

La categoría de recuperabilidad no aplica a los impactos positivos, pues su definición abarca el concepto de medidas mitigadoras o compensatorias que solo se aplican a los impactos negativos. Para los impactos positivos se manejan las llamadas medidas optimizadoras encaminadas a perfeccionar, ampliar y expandir el beneficio del impacto positivo; sin

embargo, para el presente estudio estas medidas no fueron consideradas, ya que no afectan ni deterioran a los elementos del medio.

### V.5.1 Asignación de rangos para los criterios de evaluación

De manera previa a la valoración cuantitativa de los impactos ambientales a través del algoritmo propuesto por Domingo Gómez Orea (1988), a continuación, se procede a la asignación de rangos para los criterios de valoración por cada uno de sus atributos, según corresponda, a fin de poder obtener un valor de ponderación para los impactos asociados al cambio de uso de suelo (ver tabla siguiente).

CRITERIOS DE VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS		
CRITERIO	RANGO	VALOR
Carácter	Positivo	+
	Negativo	-
Intensidad (In)	Baja	1
	Media	2
	Alta	3
Extensión (Ex)	Puntual	1
	Parcial	2
	Extenso	3
Causa-efecto (Ce)	Indirecto	1
	Directo	2
Momento (Mo)	Corto plazo	1
	Mediano plazo	2
	Largo plazo	3
Persistencia (Pe)	Fugaz	1
	Temporal	2
	Permanente	3
Periodicidad (Pr)	Irregular	1

CRITERIOS DE VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS		
CRITERIO	RANGO	VALOR
	Periódico	2
	Continuo	3
Reversibilidad (Rv)	Reversible	1
	Irreversible	2
Recuperabilidad (Rc)	Preventivo	0
	Recuperable	1
	Mitigable	2
	Irrecuperable	3

**V.5.2 Cálculo del Valor de Importancia de los Impactos Ambientales**

A continuación, se presentan los cálculos realizados para la valoración de los impactos ambientales identificados (nivel cuantitativo), utilizando el algoritmo seleccionado (modificado de Gómez Orea, 1988), el cual se describe como sigue:

$$VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)$$

Donde:

VIM = Valor de importancia del impacto

(+/-) = positivo o negativo

In = Intensidad

Ex = Extensión

Ce = Causa-efecto

Mo = Momento

Pe = Persistencia

Pr = Periodicidad

Rv = Reversibilidad

Rc = Recuperabilidad

A continuación, se presenta la valoración cuantitativa de los impactos ambientales identificados, tomando como base las interacciones establecidas en la matriz de causa-efecto, descrita anteriormente.

**ETAPA DE CONSTRUCCIÓN:**

**1) Impacto identificado: Generación de empleos**

<b>Actividad que lo genera:</b> Contratación de personal
<b>Elemento del medio que se verá influenciado:</b> Socioeconómico
<b>Componente del medio que será impactado:</b> Social

**Descripción del impacto:** derivado de la contratación del personal, indispensable para llevar a cabo la construcción de las obras, se generó una fuente temporal de empleo que beneficio a la población local, influenciando directamente al medio social.

**Evaluación del impacto:** el proyecto generara un beneficio para la sociedad, al constituirse como una fuente de empleos directos e indirectos (positivo +). La cantidad de personal requerido para el desarrollo de la etapa constructiva será superior a la etapa anterior, pero inferior a la de la etapa operativa, pues se requerirán 30 trabajadores para llevarlo a término (In: intensidad media=2). El personal que será contratado fue aquel que radica en la localidad de Playa del Carmen o localidades circunvecinas; por lo que se considera que el beneficio por la generación de empleos rebasara los límites del sistema ambiental (Ex: extenso=3). Sin la contratación del personal, resulta imposible la ejecución de esta etapa del proyecto (Ce: directo=2). La contratación del personal será inmediata, ya que sin ello no se podrá dar inicio con los trabajos constructivos (Mo: corto plazo=1). Al finalizar los trabajos de construcción, también terminara la contratación de los trabajadores involucrados en las distintas actividades proyectadas (Pe: temporal=2). Los trabajadores se mantendrán empleados mientras tanto no finalice esta etapa, por lo que su empleo será constante a lo largo del proceso, pero no continuo en las otras etapas implicadas (Pr: periódico=2). Los criterios de reversibilidad y recuperabilidad no aplicaron para los impactos ambientales al medio socioeconómico (consultar apartado 5.5, inciso a).

**Valor de importancia del impacto:**

$$\begin{aligned}
 \text{VIM} &= +/- (3\text{In} + 2\text{Ex} + \text{Ce} + \text{Mo} + \text{Pe} + \text{Pr} + \text{Rv} + \text{Rc}) \\
 \text{VIM} &= + 3(2) + 2(3) + 2 + 1 + 2 + 2 + 0 + 0 \\
 \text{VIM} &= + 19
 \end{aligned}$$

**2) Impacto producido: Derrama económica**

<b>Actividad que lo genera:</b> Compra y renta de materiales y equipo
<b>Elemento del medio que se verá influenciado:</b> Socioeconómico
<b>Componentes del medio que serán impactados:</b> Económico

**Descripción del impacto:** Para llevar a cabo la construcción de las obras, se necesitará la compra de materiales diversos necesarios para realizar esta actividad, así como la renta de

equipo especializado; lo que beneficia la economía local, debido a que se realizará una inversión por parte de la empresa promovente.

**Evaluación del impacto:** el proyecto generara un beneficio para la sociedad, al activar la economía y producir derrama económica (positivo +). Se tiene que se estimó un monto de inversión para la compra de materiales y equipo, así como la renta de equipo especializado, el pago de permisos y el pago de salarios de los empleados, lo que se considera un impacto económico alto para la zona turística en la que se ubica (In: intensidad alta=3). La zona donde se encuentra el proyecto está limitada de comercios especializados en materiales de construcción, por lo tanto, parte de los materias y equipo requerido serán adquiridos en la ciudad de Playa del Carmen, y en tal sentido el efecto del impacto rebasa los límites del sistema ambiental (Ex: extenso=3). Sin la compra de material y equipo, resulta imposible la ejecución del proyecto en su etapa inicial (Ce: directo=2). La compra de material y equipo será inmediata, ya que sin ello no se podrían iniciar los trabajos involucrados (Mo: corto plazo=1). La compra de materiales y equipo se llevará a cabo conforme se vaya requiriendo, por lo que se anticipó que el efecto del impacto fue continuo a lo largo de esta etapa, pero no durara en etapas subsecuentes (Pe: temporal=2). Estas actividades se llevaran a cabo cuando se requiera, por lo que se anticipa que el efecto del impacto será intermitente pero no se extenderá a las etapas siguientes (Pr: periódico=2). Los criterios de reversibilidad y recuperabilidad no aplican para los impactos ambientales al medio socioeconómico.

**Valor de importancia del impacto:**

$$\begin{aligned}
 \text{VIM} &= +/- (3\text{In} + 2\text{Ex} + \text{Ce} + \text{Mo} + \text{Pe} + \text{Pr} + \text{Rv} + \text{Rc}) \\
 \text{VIM} &= + 3(3) + 2(3) + 2 + 1 + 2 + 2 + 0 + 0 \\
 \text{VIM} &= + 22
 \end{aligned}$$

**3) Impacto identificado: Perturbación del hábitat**

<b>Actividad que lo genera:</b> Todas las actividades proyectadas en esta etapa
<b>Elemento del medio que se verá influenciado:</b> Biótico
<b>Componentes del medio que serán impactados:</b> Fauna

**Descripción del impacto:** derivado de los trabajos constructivos, así como la permanencia de los tapiales para la evitar la dispersión de sedimentos; se generará perturbación en el hábitat de la fauna.

**Evaluación del impacto:** los trabajos constructivos que se realizaran en las áreas de aprovechamiento, al ser actividades que ocasionaron ruido y elementos ajenos al entorno natural, producirán un elemento de alteración (perturbación) en el hábitat de la fauna en sentido negativo (-). Las actividades de construcción tendrán un tiempo de duración estimado en 24 meses, por lo que se anticipó que el impacto por las actividades implicadas no podrá adquirir mayor intensidad en sus efectos sobre el medio (In: intensidad baja=1), pues no se extenderán a las etapas subsecuentes. Las actividades referidas se llevarán a cabo

sólo en la superficie de aprovechamiento proyectada, por lo que se prevé que el efecto del impacto se limitara a la zona de desplante (Ex: puntual=1). Las actividades que se realizaran en las áreas de aprovechamiento causantes de perturbación forman parte directa de la construcción de las obras (Ce: directo=2). La perturbación del hábitat ocurrirá en forma inmediata cuando se de inicio con los trabajos, puesto que involucraran la presencia humana en el medio desde su comienzo (Mo: corto plazo=1). Las actividades referidas tendrán un tiempo de duración equivalente a 24 meses, por lo que, a su término, también terminara el impacto (Pe: temporal=2). La perturbación del hábitat que se ocasionara por esta actividad se limitara sólo a esta etapa y se generara conforme se avancen en las áreas de aprovechamiento proyectadas (Pr: periódico=2). Al cesar la construcción de las obras, las condiciones de estabilidad en el hábitat para la fauna no se podrán restablecer, ya que se dará inicio a la etapa operativa, que, en consecuencia, seguirá generando elementos de perturbación en el hábitat y en el medio (Rv: irreversible=2) y en ese sentido no se recuperarán las condiciones del medio relacionadas con la estabilidad del hábitat; por lo que se tuvieron que aplicar medidas para paliar el efecto del impacto (Rc: mitigable=2).

**Valor de importancia del impacto:**

$$VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)$$

$$VIM = - 3(1) + 2(1) + 2 + 1 + 2 + 2 + 2 + 2$$

$$VIM = - 16$$

**4) Impacto producido: Contaminación auditiva**

<b>Actividad que lo genera:</b> Todas las actividades relacionadas con esta etapa
<b>Elemento del medio que se verá influenciado:</b> Biótico y socioeconómico
<b>Componentes del medio que serán impactados:</b> Fauna silvestre y sociedad

**Descripción del impacto:** La operación de maquinaria como grúas, monta cargas y vehículos pesados de carga y transporte, durante los trabajos constructivos, ocasionara la emisión de ruido en niveles superiores, lo que en consecuencia generara contaminación auditiva.

**Evaluación del impacto:** El ruido se considera un factor que ocasiono alteraciones importantes en el medio, debido a su efecto estresante, lo que puede afectar negativamente a la fauna silvestre del sitio, e incluso a los propios trabajadores de la obra (negativo -). Cabe mencionar que la jornada de trabajo del proyecto se estima en 8 horas en un día; en seis días a la semana, reflejando un período de 192 horas al mes en el que se producirá ruido, lo cual se considera de bajo impacto, pues esas 192 horas equivalen a 8 días al mes (192/24) (In: intensidad baja=1). La contaminación por ruido puede alcanzar una superficie mayor a la que fue aprovechada, pero sin rebasar los límites del sistema ambiental, debido a las barreras naturales que proveen los ecosistemas circundantes, además de la barrera vegetal que se mantendrá en forma perimetral a la superficie de aprovechamiento (Ex: parcial=2). La construcción de las obras se considera como un elemento causante de la contaminación

auditiva (Ce: directo=2). Este tipo de contaminación ocurrirá en forma inmediata cuando den inicio los trabajos constructivos (Mo: corto plazo=1). Como se mencionó anteriormente, la jornada operativa del proyecto al día será de 8 horas, es decir, que el medio permanecerá sin los efectos del impacto durante 16 horas, por lo que se considerará un impacto pasajero (Pe: fugaz=1). Se considera que la contaminación por ruido ocurrirá en forma impredecible en el tiempo, pero podría prolongarse durante toda la vida útil del proyecto, pues la operación es la etapa siguiente que también generara contaminación auditiva (Pr: Continuo=3). Al cese de la jornada constructiva, el impacto dejara de manifestarse (Rv: reversible=1). Se aplicarán medidas de mitigación específicas para reducir el efecto del impacto, como se dejó de manifiesto en el capítulo correspondiente del presente manifiesto (Rc: mitigable=2).

**Valor de importancia del impacto:**

$$VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)$$

$$VIM = - 3(1) + 2(2) + 2 + 1 + 1 + 3 + 1 + 2$$

$$VIM = - 17$$

**5) Impacto producido: Sellado del suelo**

<b>Actividad que lo genera:</b> Cimentaciones y desplante de obras
<b>Elemento del medio que se verá influenciado:</b> Abiótico
<b>Componentes del medio que serán impactados:</b> Suelo

**Descripción del impacto:** De acuerdo con la matriz de causa y efecto, se llevará a cabo la construcción de vialidades, andadores, accesos, etc., obras que ocasionarán el sellado del suelo debido a su desplante.

**Evaluación del impacto:** De carácter (+/-) negativo (-) pues ocasiona la pérdida del recurso. De intensidad (In) media (2), ya que se producirá el sellado del suelo en superficie del predio. Extensión (Ex) puntual (1) considerando que el impacto se manifiesta sólo dentro de la superficie de aprovechamiento. Causa-efecto (Ce) directo (2), el sellado del suelo está directamente relacionado con la construcción de las obras mencionadas; por lo que el impacto se generara por el proyecto mismo. Momento (Mo) largo plazo (3), el sellado del suelo en su totalidad ocurrirá hasta la conclusión de los trabajos constructivos, por lo tanto, el impacto alcanza su magnitud total al cesar dichas actividades (24 meses). Persistencia (Pe) permanente (3) y Periodicidad (Pr) continua (3), pues el sellado del suelo se mantendrá durante toda la vida útil del proyecto. Reversibilidad (Rv) irreversible (2), considerando que el suelo no podrá recobrar sus condiciones naturales por medios propios, ya que para ello se requiere la intervención del hombre a través de la aplicación de medidas de restauración. Recuperabilidad (Rc) mitigable (2), se llevará a cabo el rescate de la capa fértil del suelo (suelo con materia orgánica), y a su vez, aquel sustrato que carezca de materia orgánica se utilizará en la nivelación del terreno, por lo que permaneció in situ; así mismo, una buena parte del predio permanecerá como área permeable.

**Valor de importancia del impacto:**

$$VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)$$

$$VIM = + (3(2) + 2(1) + 2 + 3 + 3 + 3 + 2 + 2)$$

$$VIM = -23$$

**6) Impacto producido: Reducción de la superficie permeable**

<b>Actividad que lo genera:</b> Cimentaciones y desplante de obras
<b>Elemento del medio que se verá influenciado:</b> Abiótico
<b>Componentes del medio que serán impactados:</b> Hidrología subterránea

**Descripción del impacto:** De acuerdo con la matriz de causa y efecto, se llevará a cabo la construcción de obras que ocasionaron una reducción en la superficie permeable del sitio del proyecto.

**Evaluación del impacto:** De carácter (+/-) negativo (-), pues ocasionara la pérdida de las propiedades naturales del recurso. De intensidad (In) media (2), ya que la reducción de la superficie permeable del suelo ocurrirá en una parte del predio del proyecto. Extensión (Ex) puntual (1), el impacto se manifestará sólo dentro de la superficie de aprovechamiento. Causa-efecto (Ce) directo (2), la pérdida de la permeabilidad está directamente relacionado con la construcción de los cimientos y plataformas; por lo que el impacto es generado por el proyecto mismo en su etapa constructiva. Momento (Mo) largo plazo (3), considerando que la pérdida de la permeabilidad ocurrirá hasta la conclusión de los trabajos constructivos, que será en un período de 12 meses, por lo tanto, el impacto alcanzo su magnitud total al termino de dichas actividades. De persistencia (Pe) permanente (3) y periodicidad (Pr) continua (3), pues la pérdida de la permeabilidad se extenderá durante toda la vida útil del proyecto. Reversibilidad (Rv) irreversible (2), ya que la permeabilidad no podrá recobrase por medios naturales, considerando que para ello se requiere la intervención del hombre a través de la aplicación de medidas de restauración. Recuperabilidad (Rc) mitigable (2), se conservó una buena parte del sitio del proyecto como área permeable.

**Valor de importancia del impacto:**

$$VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)$$

$$VIM = + (3(2) + 2(1) + 2 + 3 + 3 + 3 + 2 + 2)$$

$$VIM = -23$$

**7) Impacto identificado: Reducción de la calidad visual del paisaje**

<b>Actividad que lo genera:</b> Construcción de vialidades y obras exteriores
<b>Elemento del medio que se verá influenciado:</b> Perceptual
<b>Componentes del medio que serán impactados:</b> Paisaje

**Descripción del impacto:** Durante los distintos trabajos involucrados en la etapa de construcción, y principalmente durante la construcción de vialidades, además de las obras exteriores (a excepción de los jardines), así como la presencia de trabajadores, se agregarán elementos de perturbación en el paisaje, lo que redujo su calidad visual.

**Evaluación del impacto:** Carácter (+/-) negativo (-), pues se considera un impacto que produjo una alteración del medio (perturbación), que reduce la calidad visual del paisaje. Intensidad (In) baja (1), pues a pesar de que las edificaciones y obras exteriores se llevaran a cabo en la superficie de aprovechamiento, el entorno es predominantemente antrópico, pues el medio natural se encuentra reducido y fragmentado. Extensión (Ex) parcial (2), ya que la alteración de la calidad visual del paisaje se extenderá más allá de los límites del área de influencia del proyecto. Causa-efecto (Ce) directo (2), el impacto está directamente relacionado con la percepción que tenga el observador en relación a las unidades que integran el paisaje, que, en su caso, se podría ver afectada por la presencia de los trabajadores y las edificaciones, por lo que se trató de un impacto ambiental que se generó por el proyecto mismo. Momento (Mo) largo plazo (3), pues la contaminación visual ocurrirá desde el inicio de los trabajos implicados en la preparación del sitio, pero su magnitud total se manifestó al término de dicha actividad, es decir, hasta los 24 meses de iniciado el proyecto. Persistencia (Pe) permanente (3), considerando que el término de la etapa constructiva, los efectos sobre el paisaje derivado de las vialidades y obras exteriores permanecerán durante toda la vida útil del proyecto, y en consecuencia, el impacto seguirá manifestándose. Periodicidad (Pr) continuo (3), ya que el término de la etapa constructiva, los efectos sobre el paisaje derivados de agregarse elementos de perturbación como lo son las vialidades y obras exteriores, permanecerán durante toda la vida útil del proyecto, y, en consecuencia, el impacto seguirá manifestándose. Reversibilidad (Rv) irreversible (2); al cesar esta etapa del proyecto, se agregará al paisaje elementos permanentes de perturbación, por lo que sus condiciones naturales sólo pueden recobrase mediante medidas de restauración. Recuperabilidad (Rc) mitigable (2); se crearon áreas verdes ajardinadas que paliarán la perturbación en la percepción que tenga el observador sobre el paisaje.

**Valor de importancia del impacto:**

$$VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)$$

$$VIM = - (3(1) + 2(2) + 2 + 3 + 3 + 3 + 2 + 2)$$

$$VIM = -22$$

**8) Impacto identificado: Contaminación del medio**

<b>Actividad que lo genera:</b> Generación de residuos y emisiones a la atmósfera
<b>Elemento del medio que se verá influenciado:</b> Abiótico y biótico
<b>Componentes del medio que serán impactados:</b> Clima, hidrología subterránea, suelo, flora y fauna.

**Descripción del impacto:** El manejo inadecuado de los residuos sólidos y líquidos que se generaran durante esta etapa del proyecto, incluso de residuos potencialmente peligrosos; así como la emisión de gases a la atmósfera por el funcionamiento de la maquinaria, podría traducirse en la contaminación del suelo, del acuífero subterráneo y de la atmósfera, principalmente por la generación de aguas residuales que podrían filtrarse al subsuelo y contaminar el agua subterránea; así como la generación de residuos sólidos que pueden contaminar el hábitat de la flora y la fauna o generar la proliferación de fauna nociva; y finalmente por la operación de vehículos de carga, grúas, monta cargas, vehículos de transporte público y privado, etc.

**Evaluación del impacto:** Carácter (+/-) negativo (-), pues se podría ocasionar la contaminación de los recursos naturales no sujetos a su aprovechamiento. Intensidad (In) baja (1), ya que la contaminación podría ocasionar la destrucción total de los recursos impactados, ni mucho menos rebaso el 50 % de los mismos. Extensión (Ex) extenso (3), considerando que la contaminación de los recursos pudo alcanzar una superficie mayor a la que será intervenida durante esta etapa del proyecto, incluso más allá de los límites del sistema ambiental, debido al flujo hidrológico subterráneo y la acción del viento. Causa-efecto (Ce) indirecto (1), ya que los trabajos constructivos no serán los factores causantes de la contaminación del recurso, más bien se relaciona con un manejo inadecuado de los residuos sólidos que se generarán. Momento (Mo) mediano plazo (2), una posible contaminación de los recursos naturales podría ocurrir en un tiempo mayor a un mes. De persistencia (Pe) temporal (2), pues un foco de contaminación originado por un manejo inadecuado de residuos sólidos y líquidos pudo permanecer en el medio por períodos prolongados de tiempo, pero al cesar la fuente contaminante, serán suprimidos del medio por elementos biológicos como las bacterias, hongos y plantas (productores primarios) o por las condiciones climáticas. De periodicidad (Pr) irregular (1), ya que la contaminación podría ocurrir en forma impredecible en el tiempo. Reversibilidad (Rv) irreversible (2), considerando que los focos de contaminación originados por actividades antrópicas requieren de la aplicación de medidas de restauración. Recuperabilidad (Rc) preventivo (0), pues se aplicaron medidas preventivas específicas para evitar que el impacto de manifieste.

**Valor de importancia del impacto:**

$$VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)$$

$$VIM = - (3(1) + 2(3) + 1 + 2 + 2 + 1 + 2 + 0)$$

$$VIM = -17$$

**ETAPA DE OPERACIÓN:**

**1) Impacto identificado: Generación de empleos**

<b>Actividad que lo genera:</b> Contratación de personal
<b>Elemento del medio que se verá influenciado:</b> Socioeconómico
<b>Componente del medio que será impactado:</b> Social

**Descripción del impacto:** derivado de la contratación del personal, indispensable para llevar a cabo la operación de la lotificación del desarrollo, se generará una fuente permanente de empleo que beneficio a la población local, influenciando directamente al medio social.

**Evaluación del impacto:** el proyecto generara un beneficio para la sociedad, al constituirse como una fuente de empleos directos e indirectos (positivo +). La cantidad de personal requerido para el desarrollo de la etapa operativa será menor a la etapa constructiva; sin embargo, estos serán de carácter permanente, a diferencia de las otras etapas en donde serán de carácter temporal (In: intensidad alta=3). El personal que estará contratado será principalmente aquel que radique en la ciudad de Playa del Carmen o localidades circunvecinas; por lo que se considera que el beneficio por la generación de empleos rebasará los límites del sistema ambiental (Ex: extenso=3). Sin la contratación del personal, resulta imposible operar el desarrollo (Ce: directo=2). La contratación del personal fue inmediata, para que entre en operaciones el desarrollo (Mo: corto plazo=1). La operación del desarrollo se estima en 50 años, por lo que se considera que el impacto es permanente a lo largo de toda su vida útil (Pe: permanente=3 y Pr: continuo= 3). Los criterios de reversibilidad y recuperabilidad no aplican para los impactos ambientales al medio socioeconómico (consultar apartado 5.5, inciso a).

**Valor de importancia del impacto:**

$$VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)$$

$$VIM = + 3(3) + 2(3) + 2 + 1 + 3 + 3 + 0 + 0$$

$$VIM = + 24$$

**2) Impacto producido: Derrama económica**

<b>Actividad que lo genera:</b> Compra de insumos y actividades de hospedaje
<b>Elemento del medio que se verá influenciado:</b> Socioeconómico
<b>Componentes del medio que serán impactados:</b> Económico

**Descripción del impacto:** Para llevar a cabo la operación del desarrollo, se requirió la compra de insumos y equipo especializado necesarios para realizar esta actividad; así como el pago de permisos diversos, y el salario de los trabajadores, lo que beneficio la economía local, debido que la inversión fue continua a lo largo del tiempo de vida útil, pudiéndose desglosar en días, semanas, meses o años, de acuerdo con los insumos requeridos.

**Evaluación del impacto:** el proyecto generara un beneficio para la sociedad, al activar la economía y producir derrama económica (positivo +). La inversión que se estima para la compra de materiales y equipo, así como la renta de equipo especializado, el pago de permisos y el pago de salarios de los empleados, fue continuo a lo largo de la vida útil del proyecto que se estima en 50 años (In: intensidad alta=3). La ciudad de Playa del Carmen, cuenta con comercios especializados en la venta de insumos y equipo que se requerirá para

esta etapa, sin embargo, insumos más especializados tendrán que ser adquiridos en comercios de otras Ciudades, las cuales se encuentran fuera de los límites del sistema ambiental (Ex: extenso=3). Sin la compra de insumos, resulta imposible la ejecución del proyecto en su etapa operativa inicial (Ce: directo=2). La compra de insumos y equipo será inmediata, ya que sin ello no se podrán dar inicio a los trabajos involucrados (Mo: corto plazo=1). La compra de insumos y equipo se llevará a cabo conforme se requiera, por lo que se anticipó que el efecto del impacto sera continuo a lo largo de esta etapa, y, en consecuencia, durante toda la vida útil del proyecto (Pe: permanente=3; Pr: continuo= 3). Los criterios de reversibilidad y recuperabilidad no aplican para los impactos ambientales al medio socioeconómico.

**Valor de importancia del impacto:**

$$VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)$$

$$VIM = + 3(3) + 2(3) + 2 + 1 + 3 + 3 + 0 + 0$$

$$VIM = + 24$$

**3) Impacto identificado: Perturbación del hábitat**

<b>Actividad que lo genera:</b> Todas las actividades proyectadas en esta etapa
<b>Elemento del medio que se verá influenciado:</b> Biótico
<b>Componentes del medio que serán impactados:</b> Fauna

**Descripción del impacto:** derivado de la operación del desarrollo, así como la permanencia de los trabajadores en el proyecto; se generará perturbación en el hábitat de la fauna.

**Evaluación del impacto:** la operación del desarrollo, al ser una actividad que ocasiona ruido y elementos ajenos al entorno natural, producirá un elemento de alteración (perturbación) en el hábitat de la fauna en sentido negativo (-). La operación del desarrollo tendrá un tiempo de duración estimado en 50 años, por lo que se anticipa que el impacto por las actividades implicadas podrá adquirir mayor intensidad en sus efectos sobre el medio, debido a efectos acumulativos (In: intensidad alta=3). Las actividades referidas se llevarán a cabo sólo en la superficie de aprovechamiento proyectada, por lo que se pronostica que el efecto del impacto se limitó a la zona de desplante de las obras (Ex: puntual=1). Las actividades a realizar causantes de perturbación formaron parte directa de la operación del desarrollo (Ce: directo=2). La perturbación del hábitat ocurrirá en forma inmediata cuando entre en operaciones el complejo, puesto que involucran la presencia humana en el medio desde su comienzo (Mo: corto plazo=1). Las actividades referidas tendrán un tiempo de duración equivalente a 50 años, por lo que se considera que el impacto se manifestará de manera permanente (Pe= 3). La perturbación del hábitat ocasionado por esta actividad, se limitara al horario diurno que abarca desde las 7 de la mañana, hasta las 7 de la noche, por lo que existe un tiempo en el que las actividades entrarán en reposo (Pr: periódico=2), y en ese sentido las condiciones de estabilidad en el hábitat para la fauna no se pudo restablecer, principalmente durante la noche (Rv: reversible=1); sin embargo no se podra recuperar las

condiciones del medio relacionadas con la estabilidad del hábitat; por lo que se tendrán que aplicar medidas para paliar el efecto del impacto (Rc: mitigable=2).

**Valor de importancia del impacto:**

$$VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)$$

$$VIM = - 3(3) + 2(1) + 2 + 1 + 3 + 2 + 1 + 2$$

$$VIM = - 22$$

**4) Impacto producido: Contaminación auditiva**

<b>Actividad que lo genera:</b> Todas las actividades diurnas del desarrollo
<b>Elemento del medio que se verá influenciado:</b> Biótico
<b>Componentes del medio que serán impactados:</b> Fauna silvestre

**Descripción del impacto:** La operación del desarrollo, particularmente durante la ejecución de actividades recreativas al aire libre, así como el funcionamiento de vehículos de transporte público y privado, ocasionarán la emisión de ruido en niveles superiores que generarán contaminación auditiva.

**Evaluación del impacto:** El ruido se considera un factor que ocasiono alteraciones importantes en el medio, debido a su efecto estresante, lo que puede afectar negativamente a la fauna silvestre que permanezca dentro de las áreas de conservación (negativo -). Cabe mencionar que la jornada diurna de las obras se estima en 12 horas al día, siete días a la semana, reflejando un período de 336 horas al mes en el que se producirá ruido, lo cual se considera de mediana magnitud, pues esas 336 horas equivalen a 14 días al mes (336/24) (In: intensidad media=2). La contaminación por ruido puede alcanzar una superficie mayor a la que fue aprovechada, pero sin rebasar los límites del sistema ambiental, debido a las barreras naturales que provee la cobertura vegetal circundante (Ex: parcial=2). La operación del desarrollo se considera como un elemento causante de la contaminación auditiva (Ce: directo=2). Este tipo de contaminación ocurrirá en forma inmediata cuando entre en operaciones el desarrollo (Mo: corto plazo=1). Como se mencionó anteriormente, la jornada operativa del proyecto al día es de 12 horas en horario diurno, es decir, que el medio permanecerá sin los efectos del impacto durante 12 horas aproximadamente, por lo que se considera un impacto pasajero (Pe: fugaz=1). Se considera que la contaminación por ruido ocurrirá en forma impredecible en el tiempo, pero puede prolongarse durante toda la vida útil del proyecto, pues la operación del desarrollo se estima en 50 años (Pr: Continuo=3). Al cese de la jornada operativa en horario diurno, el impacto dejará de manifestarse (Rv: reversible=1). Se aplicarán medidas de mitigación específicas para reducir el efecto del impacto, como se deja de manifiesto en el capítulo correspondiente del presente manifiesto (Rc: mitigable=2).

**Valor de importancia del impacto:**

$$VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)$$

$$\text{VIM} = - 3(2) + 2(2) + 2 + 1 + 1 + 3 + 1 + 2$$

$$\text{VIM} = - 20$$

**5) Impacto identificado: Contaminación del medio**

<b>Actividad que lo genera:</b> Generación de residuos y emisiones a la atmósfera
<b>Elemento del medio que se verá influenciado:</b> Abiótico y biótico
<b>Componentes del medio que serán impactados:</b> Clima, hidrología subterránea, suelo, flora y fauna.

**Descripción del impacto:** El manejo inadecuado de los residuos sólidos y líquidos que se pudiera generar durante esta etapa del proyecto, incluso de residuos potencialmente peligrosos; así como la emisión de gases a la atmósfera por el funcionamiento de vehículos de proveedores, podría traducirse en la contaminación del suelo, del acuífero subterráneo y de la atmósfera, principalmente por la generación de aguas residuales que pudieron filtrarse al subsuelo y contaminar el agua subterránea; así como la generación de residuos sólidos que se pudieron generar la proliferación de fauna nociva.

**Evaluación del impacto:** Carácter (+/-) negativo (-), pues se ocasionará la contaminación de los recursos naturales no sujetos a su aprovechamiento. Intensidad (In) alta (3), ya que aun cuando la contaminación no ocasionará la destrucción total de los recursos impactados, ni mucho menos rebaso el 50 % de los mismos, esta estará latente durante toda la vida útil del proyecto, que se estima en 50 años, por lo que puede tener efectos acumulativos. Extensión (Ex) extenso (3), considerando que la contaminación de los recursos podría alcanzar una superficie mayor a la que será intervenida durante esta etapa del proyecto, incluso más allá de los límites del sistema ambiental, debido al flujo hidrológico subterráneo y la acción del viento. Causa-efecto (Ce) indirecto (1), ya que la operación del desarrollo no será el factor causante de la contaminación del recurso, más bien se relaciona con un manejo inadecuado de los residuos que se generaron. Momento (Mo) mediano plazo (2), una posible contaminación de los recursos naturales puede ocurrir en un tiempo mayor a un mes. De persistencia (Pe) temporal (2), pues un foco de contaminación originado por un manejo inadecuado de residuos sólidos y líquidos puede permanecer en el medio por períodos prolongados de tiempo, pero al terminar la fuente contaminante, pudieron ser suprimidos del medio por elementos biológicos como las bacterias, hongos y plantas (productores primarios) o por las condiciones climáticas. De periodicidad (Pr) irregular (1), ya que la contaminación puede ocurrir en forma impredecible en el tiempo. Reversibilidad (Rv) irreversible (2), considerando que los focos de contaminación originados por actividades antrópicas requieren de la aplicación de medidas de restauración. Recuperabilidad (Rc) preventivo (0), pues se aplicaron medidas preventivas específicas para evitar que el impacto de manifieste.

**Valor de importancia del impacto:**

$$\text{VIM} = +/- (3\text{In} + 2\text{Ex} + \text{Ce} + \text{Mo} + \text{Pe} + \text{Pr} + \text{Rv} + \text{Rc})$$

$$\text{VIM} = - (3(3) + 2(3) + 1 + 2 + 2 + 1 + 2 + 0)$$

$$\text{VIM} = -23$$

## V.6 Jerarquización de los Impactos Ambientales

Una vez que se hizo la identificación y descripción de los impactos ambientales por cada etapa del proyecto, así como la valoración tanto cualitativa como cuantitativa de los mismos; como paso final en la evaluación de los impactos ambientales, se procedió a realizar la jerarquización de todos y cada uno de ellos.

La jerarquización se realizará con base en los resultados obtenidos de la aplicación del algoritmo propuesto por Gómez Orea durante la valoración cuantitativa de cada impacto ambiental identificado. Con base en dichos resultados, cada impacto ambiental sera jerarquizado o ponderado con base en tres categorías: 1) **significativo o relevante**, 2) **moderado** y 3) **bajo o nulo**, las cuales se describen a continuación.

**Impacto significativo o relevante.-** Es importante precisar que el rango más alto en la jerarquización de los impactos, correspondiente a la categoría de impacto significativo o relevante, será para los impactos ambientales cuya intensidad se traduzca en una destrucción casi total del factor ambiental (intensidad alta) en el caso de aquellos negativos, o en un beneficio máximo cuando sean de carácter positivo; y que además tengan un efecto inmediato sobre el medio ambiente (directo); afectando un espacio muy amplio (extenso), mucho tiempo después de ocurrida la acción (largo plazo); provocando una alteración indefinida (permanente) y continua en el tiempo. Asimismo, al desaparecer la acción que provoca dicho impacto, no fue posible el retorno del componente ambiental a su estado original de manera natural, ni por medios o acciones correctoras por parte del ser humano (irreversible e irrecuperable). De acuerdo con esta descripción y aplicando el algoritmo de Gómez Orea se obtiene lo siguiente:

### Valor de importancia

$$\text{Vim} = +/- (3I + 2E + C + M + P + Pr + R + Rc)$$

$$\text{Vim} = +/- (3 (3) + 2 (3) + 2 + 3 + 3 + 3 + 2 + 3)$$

$$\text{Vim} = +/- 31$$

Con base en lo anterior, se tiene que un impacto significativo o relevante fue aquel que obtenga un valor de importancia igual a +/-31.

**Impacto moderado.-** Como un rango intermedio entre el impacto significativo o relevante y el impacto bajo o nulo, se ubica la categoría de impacto moderado, es decir, aquellos impactos ambientales, cuya intensidad se traduce en una modificación media (intensidad media) del factor afectado, o en una cierta mejora cuando son de carácter positivo; con un efecto que tiene lugar a través de un sistema de relaciones más complejas y no por la

relación directa acción-factor (indirecto), afectando un espacio intermedio (parcial), al ser comparado de manera relativa con los dos niveles anteriores (puntual y extenso); su efecto ocurrirá después de sucedida la acción en un nivel intermedio (mediano plazo) al ser comparado de manera relativa con los dos niveles anteriores (corto y largo plazo), con una duración transitoria (temporal) y en forma regular pero intermitente en el tiempo (periódico). Asimismo, cuando al desaparecer la acción que provoca el impacto, es posible el retorno del componente ambiental a su estado original, ya sea de manera natural o por medios o acciones ejecutadas por el ser humano (reversible y recuperable o mitigable). De acuerdo con esta descripción y aplicando el algoritmo de Gómez Orea se obtiene lo siguiente:

**Valor de importancia:**

$$Vim = +/- (3I + 2E + C + M + P + Pr + R + Rc)$$

$$Vim = +/- (3 (2) + 2 (2) + 1 + 2 + 2 + 2 + 1 + 2)$$

$$Vim = +/- 20$$

Con base en lo anterior, un impacto moderado será aquel que obtenga un valor de importancia igual o mayor a +/- 20, pero menor que +/- 31.

**Impacto bajo o nulo.-** Por otra parte, el rango mínimo considerado en la jerarquización de los impactos, correspondiente a la categoría de impacto bajo o nulo, fue para los impactos ambientales, cuya intensidad se traduce en una modificación mínima (intensidad baja) del factor afectado, o en una cierta mejora cuando son de carácter positivo; con un efecto que tiene lugar a través de un sistema de relaciones más complejas y no por la relación directa acción-factor (indirecto); afectando un espacio muy localizado (puntual), inmediatamente o al poco tiempo de ocurrida la acción (corto plazo), cuya duración es muy breve (fugaz) y en forma discontinua e impredecible en el tiempo (irregular). Asimismo, al desaparecer la acción que provoca el impacto, es posible el retorno del componente ambiental a su estado original, ya sea de manera natural o por medios o acciones ejecutadas por el ser humano, que en todo caso impiden la manifestación del impacto (reversible y preventivo). De acuerdo con esta descripción y aplicando el algoritmo de Gómez Orea se obtiene lo siguiente:

**Valor de importancia**

$$Vim = +/- (3I + 2E + C + M + P + Pr + R + Rc)$$

$$Vim = +/- (3 (1) + 2 (1) + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 0)$$

$$Vim = +/- 10$$

Con base en lo anterior, un impacto bajo o nulo fue aquel que obtuvo un valor de importancia igual o mayor a +/- 10, pero menor que +/- 20.

Expuesto lo anterior y para fines del presente estudio, se consideró un valor de importancia igual a +/- 31 para los impactos significativos o relevantes; un valor de +/- 20 a +/- 30 para los impactos moderados; y un valor de +/- 10 a +/- 19 para los impactos bajos o nulos. En la siguiente tabla se presenta los valores asignados por cada categoría del impacto.

TABLA DE JERARQUIZACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	
CATEGORÍA	VALOR
Bajo o nulo	de 10 a 19
Moderado	de 20 a 30
Significativo o relevante	= ó > 31

Cada categoría utilizada en la jerarquización de los impactos ambientales se describe como sigue:

**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.

**Moderado.**- Es aquel impacto negativo que ocasiona un daño sobre algún elemento del ambiente, pero sin producir un desequilibrio ecológico o un daño grave al ecosistema, o bien, aquel impacto de carácter positivo que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, propiciando la preservación del equilibrio ecológico, la protección del ambiente y el aprovechamiento de los recursos naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras. En ambos casos, los impactos modifican la condición original del componente ambiental de que se trate.

**Bajo o nulo.** - Es aquel impacto negativo que ocasiona una variación sobre algún elemento del ambiente; o bien, aquel impacto de carácter positivo apenas perceptible, que representa un beneficio para algún elemento del ambiente. En ambos casos, los impactos ocurren modificando la condición original del componente ambiental de que se trate en forma casi imperceptible.

Una vez definidas las categorías jerárquicas, en las siguientes tablas se presenta la clasificación de cada impacto ambiental identificado de acuerdo con dichas categorías, por componente ambiental y por etapa del proyecto.

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN				
No.	IMPACTO AMBIENTAL	ELEMENTO DEL MEDIO	VALOR DE IMPORTANCIA	CATEGORÍA
1	Generación de empleos	Socioeconómico	+19	<b>Bajo</b>
2	Derrama económica	Socioeconómico	+22	<b>Moderado</b>
3	Perturbación del hábitat	Biótico	-16	<b>Bajo</b>

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN				
No.	IMPACTO AMBIENTAL	ELEMENTO DEL MEDIO	VALOR DE IMPORTANCIA	CATEGORÍA
4	Contaminación auditiva	Biótico Socioeconómico	-17	<b>Bajo</b>
5	Sellado del suelo	Abiótico	-23	<b>Moderado</b>
6	Reducción de la superficie permeable	Abiótico	-23	<b>Moderado</b>
7	Reducción de la calidad visual del paisaje	Perceptual	-22	<b>Moderado</b>
8	Contaminación del medio	Abiótico y biótico	-17	<b>Bajo</b>

ETAPA DE OPERACIÓN				
No.	IMPACTO AMBIENTAL	ELEMENTO DEL MEDIO	VALOR DE IMPORTANCIA	CATEGORÍA
1	Generación de empleos	Socioeconómico	+24	<b>Moderado</b>
2	Derrama económica	Socioeconómico	+24	<b>Moderado</b>
3	Perturbación del hábitat	Biótico	-22	<b>Moderado</b>
4	Contaminación auditiva	Biótico	-20	<b>Moderado</b>
5	Contaminación del medio	Abiótico y biótico	-23	<b>Moderado</b>

### V.7 Conclusiones

A partir de la evaluación de los impactos ambientales que generó el proyecto sobre los componentes del medio que integran el sistema ambiental, se concluyó que en total se generaron 24 impactos ambientales, de los cuales 18 fueron negativos (10 con categoría media o moderados y 8 de categoría baja o nula); así mismo, se prevé la generación de 6 impactos positivos (3 con categoría media o moderados y 3 de categoría baja o nula).

De los impactos generados, 11 se provocaron en la etapa de preparación del sitio; 8 en la etapa constructiva; y 5 en la etapa operativa.

De este modo, y en términos ambientales, el proyecto se puede considerar como viable de acuerdo con lo siguiente:

- A partir de la evaluación realizada para los impactos ambientales que fueron generados por el desarrollo del proyecto, se puede concluir categóricamente que el desarrollo turístico no producirá impactos ambientales significativos o relevantes, es decir, no provoco alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, ni obstaculizo la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.
- No representa riesgos a poblaciones de especies protegidas, puesto que se llevó a cabo el rescate del 100% de los ejemplares pertenecientes a especies incluidas en alguna categoría de riesgo que fueron registradas en el predio, los cuales serán reubicados en áreas mejor conservadas.
- No implico aislar un ecosistema, puesto que este ya se encuentra aislado en la actualidad, por el desarrollo turístico que impera en la zona.
- Asimismo, se advierte que no se afectó ni se interfirió en procesos biológicos de especies de difícil regeneración, es decir aquellas que son vulnerables a la extinción biológica por la especificidad de sus requerimientos de hábitat y de las condiciones para su reproducción, pues estas son inexistentes en la zona de aprovechamiento.
- Aunado a lo anterior, es importante mencionar que el proyecto no se considera causal de desequilibrio ecológico, ya que no se prevé que genere alguna alteración significativa de las condiciones ambientales, que deriven en impactos acumulativos, sinérgicos o residuales, que en su caso ocasionen la destrucción o aislamiento de los ecosistemas.

## VI. Medidas Preventivas y de Mitigación de los Impactos Ambientales.

Con base en la identificación y evaluación de los impactos ambientales que se producirían por la implementación del proyecto "Residence Paradise", en este apartado se presentan las medidas, acciones, estrategias y políticas a seguir para prevenir o mitigar los efectos negativos que sobre los diversos factores ambientales, generará la apertura de estos caminos que forman parte fundamental del proyecto.

Las medidas que en el presente capítulo se proponen se sustentan en parte en el análisis ambiental realizado en el capítulo IV y en la subsiguiente evaluación de impactos realizada en el Capítulo V del presente documento. Se considera también las disposiciones establecidas en la normatividad ambiental mexicana aplicable a las acciones del proyecto (NOM); así como las disposiciones que en materia de impacto ambiental establecen las distintas dependencias gubernamentales en los diferentes instrumentos de planeación revisados. De esta manera, cada una de las medidas en el presente apartado tienen como propósito prevenir, mitigar y/o compensar las alteraciones ambientales manifestadas en el ambiente por causa de la construcción del camino.

Todas las medidas requieren una evaluación con respecto al costo, duración, métodos de ejecución, requisitos de capacitación y confiabilidad bajo las condiciones locales.

Las medidas que son agrupadas dentro de la palabra "Mitigación" buscan moderar, aplacar o disminuir su efecto negativo hacia el ambiente. Sin embargo, estas medidas pueden ser de los siguientes tipos:

- 1) **De Prevención.** - aquellas obras o acciones tendientes a evitar que el impacto se manifieste.
- 2) **De Mitigación.** - aquellas obras o acciones propuestas para lograr que el factor ambiental bajo análisis se mantenga en una condición similar a la existente, siendo afectada lo menos posible por la incidencia del proyecto.
- 3) **De Restauración.** - acciones o medidas que buscan recuperar, en la medida de lo posible, las condiciones ambientales anteriores a la perturbación, remediando los cambios al ambiente, por lo que su aplicación es posterior a la aparición de los efectos del impacto ambiental.
- 4) **De Compensación.** - acciones o medidas que compensen el impacto ocasionado cuando no existen alternativas para su prevención, mitigación o restauración. Estas medidas deberán ser proporcionales al impacto ocasionado.

### **VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de la mitigación o correctivas por componente ambiental**

En el presente apartado se realizará la identificación precisa, objetiva y viable de las diferentes medidas correctivas o de mitigación de los impactos ambientales, que deriven de la ejecución del proyecto desglosándolos por componente ambiental, en las cuales se incluirá lo siguiente:

- 1) Medida preventiva o de mitigación y el impacto ambiental al que va dirigido, con explicaciones claras sobre su mecanismo, implementación y medidas de éxito esperadas con base en fundamentos técnico-jurídicos, experiencias en el manejo de recursos naturales y/o en la realización de estudios ambientales específicos que sustenten dicha aplicación.
- 2) Medidas correctivas en caso de detectarse desviaciones en los resultados esperados por la ejecución de las medidas de prevención, mitigación, restauración y/o de mitigación.
- 3) Duración de las obras o actividades de las medidas propuestas, señalando la etapa del proyecto en la que se ejecutarán.
- 4) Especificaciones de la operación y mantenimiento (en caso de que la medida implique el empleo de equipo o la construcción de obras). Las especificaciones y procedimientos de operación y mantenimiento deberán ser señaladas de manera clara y concisa.
- 5) Indicar las acciones o medidas de adaptación, incluyendo la explicación que permita conocer la viabilidad ambiental de las mismas, ante el cambio climático.
- 6) Incluir las medidas de prevención de desastres, reducción de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático, así como en la planificación, diseño, construcción y operación del proyecto ante el cambio climático. Además de considerar un plan para contingencias ambientales e hidrometeorológicos, estrategias de evacuación y abandono de sitio ante la presencia de un fenómeno o evento hidrometeorológico.

#### **Suelo**

Relieve, mismo que se verá afectado durante la etapa de compactación de caminos ya modificará el relieve de su estado actual.

Drenaje Vertical, este componente ambiental durante la etapa de la compactación de caminos se verá afectado ya que con la implementación de la infraestructura esta bloqueara

el drenaje en ciertas áreas, sin embargo, el proyecto contempla áreas verdes que facilitarán este flujo.

Erosión, este componente se verá afectado durante la etapa de compactación de caminos en la etapa de trazo y nivelación de la superficie, ya que para la compactación de caminos hay que considerar la pendiente del predio con respecto a la obra arquitectónica, de tal manera que disminuya el efecto por erosión.

**Flora**

La flora esta se presenta un tipo de impacto poco significativo en la cobertura precisamente, aunque en el predio existía una condición de vegetación secundaria con especies predominantes herbáceas y muy pocos individuos de arbustivas y arbóreas (como se menciona en el capítulo IV) misma que en el predio se encuentran distribuidas de manera dispersa y con diámetros variables en zonas bien identificadas.

**Paisaje**

El factor paisaje con respecto al impacto visual tendrá un Impacto poco significativo pero importante y precisamente en la etapa de compactación de caminos de la infraestructura ya que se verá modificado el entorno, aunado a que el proyecto contemplará y promoverá el uso de material de la región.

**Tabla VI.1. Medidas de mitigación por cada Componente ambiental con impactos poco significativos.**

Componente Ambiental	Etapa del proyecto	Acción del Proyecto	Medida de Mitigación
Suelo	Relieve	Compactación de caminos	Se deberá llevar a cabo la edificación de la obra acorde a los planos autorizados por la Dirección General de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente, del H. Ayuntamiento de Solidaridad y se evitará la modificación del proyecto utilizando materiales no adecuados al diseño arquitectónico, respetando las áreas verdes Contempladas en el proyecto y los arbustos que puedan incorporarse al diseño, en estricto apego al reglamento de construcción del Municipio de Solidaridad.

Componente Ambiental	Etapas del proyecto	Acción del Proyecto	Medida de Mitigación	
Flora	Drenaje vertical	Compactación de caminos	Compactación de caminos	Se deberá llevar a cabo la edificación de la obra acorde a los planos autorizados por la Dirección General de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente, del H. Ayuntamiento de Solidaridad y se evitará la modificación del proyecto utilizando materiales no adecuados al diseño arquitectónico. Permitiendo la filtración con espacios verdes y el diseño arquitectónico para respetar esta continuidad.
	Erosión	Compactación de caminos	Trazo y nivelación de la superficie	Se tratará de mantener un diseño convencional con el objetivo de evitar la erosión sobre todo en la nivelación del predio, ya que por sus condiciones topográficas presenta una pendiente bien pronunciada y se mitigará este impacto con una topografía integral.
Flora	Cobertura	Compactación de caminos	Limpieza	Durante la fase de compactación de caminos se realizará una limpieza de las áreas de desplante lo cual tendrá que cortarse la vegetación existente, mismo que mitigaremos al incorporar áreas verdes.
Paisaje	Impacto Visual	Compactación de caminos	Compactación de caminos	Se buscará apegarse al reglamento de construcción de Solidaridad para minimizar este impacto visual con la compactación de caminos del proyecto.

Tabla VI.2. Análisis detallado de las medidas de mitigación.

Componente Ambiental	Factor o Ítems	Medidas correctivas	Duración de las medidas propuestas	Especificaciones de la operación y mantenimiento	Medidas de adaptación	Medidas de prevención de desastres, reducción de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático, así como en la planificación, diseño, compactación de caminos y operación del proyecto ante el cambio climático.
Suelo	Relieve (topografía)	El proyecto contempla en su diseño la	Estas medidas serán aplicables durante la	Supervisión permanente para realizar el desplante	Colocación de pequeños andadores que tengan	El diseño contempla la topografía del terreno con el fin de mantener el suelo ante una

Componente Ambiental	Factor o Ítems	Medidas correctivas	Duración de las medidas propuestas	Especificaciones de la operación y mantenimiento	Medidas de adaptación	Medidas de prevención de desastres, reducción de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático, así como en la planificación, diseño, compactación de caminos y operación del proyecto ante el cambio climático.
Flora		incorporación de áreas verdes y el desplante de la obra de manera milimétrica.	fase de compactación de caminos	de la obra de manera correcta, respetando el diseño planeado.	pendientes adecuadas para permitir el flujo de agua pluvial	eventualidad climática.
	Drenaje Vertical	Se contempla las áreas verdes para permitir que exista	Esta medida se acatará en toda la vida útil del proyecto con la finalidad de mantener el sistema ambiental.	Para el mantenimiento de las áreas verdes se emplearán productos orgánicos para evitar alguna contaminación adicional.	Se prevé la captación de agua pluvial para ocuparlas exclusivamente para actividades de jardinería.	Se contempla el mantenimiento constante de las áreas verdes ya que nos mitigaran la incidencia de los rayos solares.
	Erosión	Se desarrollará un diseño arquitectónico de acuerdo a la pendiente del predio con la finalidad de disminuir el proceso de erosión, manteniendo las áreas libres de construcción como áreas verdes.	Se planea cuidar en todo momento a lo largo del proyecto los procesos de erosión durante toda la vida útil del proyecto.	Se mantendrá una constante supervisión en todo el predio para detectar alguna eventualidad, sin embargo, este proceso podría ser más evidente durante la etapa de compactación de caminos.	compactación de caminos y diseño bien sustentado con pendientes adecuadas de acuerdo a la topografía del predio.	Este proceso podría estar más evidente cerca del litoral costero debido a las variaciones climáticas y los fenómenos meteorológicos, lo cual en tendrá una supervisión constante fomentando las áreas verdes como una medida de adaptación como fijadoras de sustrato y estabilidad del suelo.
<b>Flora</b>	Cobertura	Se contempla	Esta medida está	Durante la fase	En caso de que el	El cambio climático y los fenómenos

Componente Ambiental	Factor o Ítems	Medidas correctivas	Duración de las medidas propuestas	Especificaciones de la operación y mantenimiento	Medidas de adaptación	Medidas de prevención de desastres, reducción de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático, así como en la planificación, diseño, compactación de caminos y operación del proyecto ante el cambio climático.
		que en el diseño del proyecto se incluyan áreas verdes para evitar la erosión de las partes que no queden totalmente selladas.	contemplada estrictamente en la fase de compactación de caminos, sin embargo, el mantenimiento de las áreas será de forma permanente, con el fin de tener un ambiente fresco y visualmente agradable.	constructiva previo a las actividades de deslinde se realizará un sembrado físico de la obra marcando los arbustos que serán respetados.	arbusto que sea seleccionado a permanecer en el sitio presente no aptas (enfermedad, daño en su estructura fisiológica etc.). Se propone la sustitución de este empleando alguna especie local.	meteorológicos son impredecibles por lo que se contempla la sustitución de algún ejemplar que así lo requiera para mantener la misma cobertura con una especie local.
<b>Paisaje</b>	Impacto Visual	Este factor es inminente su afectación sin embargo en apego al reglamento de construcción y al diseño avalado por la Dirección de Desarrollo Urbano de Solidaridad se busca	Esta medida, aunque está contemplada en la fase de compactación de caminos es importante mantenerla a lo largo de la vida útil del proyecto.	Se apegará el diseño a lo marcado por la Dirección de Desarrollo Urbano en apego al reglamento de construcción para la ciudad.	Durante la fase constructiva se buscará que la implementación de la obra no cause malestar en la comunidad colocando vallas en la periferia para evitar alguna dispersión involuntaria de polvos y para no afectar visualmente	El diseño constructivo busca la reducción de impactos meteorológicos con su diseño estructural bien cimentado al igual que busca crear un ambiente favorable fresco e iluminado como una adaptación prevista.

Componente Ambiental	Factor o Ítems	Medidas correctivas	Duración de las medidas propuestas	Especificaciones de la operación y mantenimiento	Medidas de adaptación	Medidas de prevención de desastres, reducción de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático, así como en la planificación, diseño, compactación de caminos y operación del proyecto ante el cambio climático.
		que el proyecto sea agradable y no altere la visualización paisajística de la zona.			antes de terminar la obra.	

**Medidas adicionales que se cumplirán a lo largo del proyecto:**

**Manejo adecuado de Residuos sólidos**

- Los residuos propios de la compactación de caminos como son restos de material serán retirados del predio para ser trasladados a un área de relleno sanitario de la comunidad de Mahahual.
- Se instalarán tambos como depósitos de basura en el área de trabajo con la finalidad de contener los residuos desechados por los trabajadores, tal como lo indica el Plan de Manejo de Residuos Sólidos y de Manejo Especial, entregado previamente a la autoridad.

**Manejo de Residuos Sanitarios**

- Para evitar algún posible punto de contaminación y problemas de salud en las fases constructivas del proyecto se pretende instalar baños ecológicos a razón de uno por cada 10 trabajadores con el objeto de mantener la higiene laboral y evitar la defecación y micción al aire libre que pudiese traer alguna fuente contaminante en la obra.
- Como se cuenta con la factibilidad de agua potable se instalarán un tinaco con agua potable limpia, para las necesidades del personal.

**Calidad de aire por la emisión de contaminantes**

- Para reducir la emisión de contaminantes a la atmósfera, será necesario que los vehículos de carga que suministrarán el material para la etapa de compactación de caminos estén en perfectas condiciones con su mantenimiento adecuado y conduciéndose con prudencia.

- Los niveles mínimos permisibles en fuentes móviles como automóviles, camiones, tracto camiones y similares, deberán ajustarse a la NOM-081-SEMARNAT-1994.
- Los materiales pétreos durante su transporte serán cubiertos con una lona para evitar la dispersión de polvos.
- Durante las diferentes etapas del proyecto en donde se utilicen material pétreo estos deberán humedecerse constantemente con la finalidad de evitar la dispersión de partículas.
- Queda estrictamente prohibido realizar algún tipo de quema en el predio.

### **Afectaciones a la Fauna Silvestre**

- Durante el desarrollo de las diferentes etapas del proyecto, no se permitirá alterar, molestar o atrapar los ejemplares de fauna que pudiesen llegar al predio.
- Se colocarán señalamientos y se les capacitará a los trabajadores para evitar alterar a la fauna de la zona.
- Aunque no se detectaron ejemplares de fauna silvestre se contempla realizar la limpieza y nivelación en etapas permitiendo el desplazamiento de algún ejemplar que pudiese existir en el predio.
- No se permitirá la introducción de mascotas durante la fase de compactación de caminos.

### **Modificación de la calidad del aire por ruido.**

- Solo se laborará con luz de día, ya que los ruidos generados pueden perturbar el ambiente natural.
- Los vehículos automotores de carga respetarán los lineamientos de la NOM-081-SEMARNAT-1994.
- En caso de emplear algún tipo de maquinaria esta deberá de contar con algún tipo de silenciador.

### **VI.2. Programa de Vigilancia Ambiental**

Se desarrolla un programa de vigilancia ambiental para garantizar el cumplimiento de las acciones y medidas de mitigación incluidas en el Estudio de Impacto Ambiental, mismo que será supervisado por un técnico ambiental que le dará cumplimiento al seguimiento de condicionantes emitidas para el proyecto por parte de la autoridad ambiental.

#### **1. Objetivos y alcances.**

Asegurar el cumplimiento de las medidas de mitigación implementadas para el proyecto con la finalidad de preservar el medio ambiente en el área de influencia del proyecto.

Este programa de vigilancia ambiental será permanente durante toda la vida útil del proyecto, con la finalidad de mantener y preservar la calidad ambiental de la zona del proyecto, acatando las medidas implementadas en el capítulo de mitigación de impactos ambientales y a las medidas impuestas en el resolutivo ambiental emitido por la Secretaria; teniendo especial énfasis en la calidad del agua, manejo de residuos sólidos y emisiones a la atmósfera.

2. Fichas técnicas que se utilizarán para dar seguimiento a cada una de las medidas propuestas.

Basado en los temas centrales del programa de vigilancia ambiental se realizará una bitácora en cada una de las etapas del proyecto para ir monitoreando las medidas propuestas. Se realizarán bitácoras en base a los siguientes formatos:

**Manejo de Residuos Sólidos**

**Tabla VI.3. Formato de bitácora de manejo de residuos sólidos**

Bitácora de Manejo de Residuos Sólidos			
Fecha	Tipo de residuos sólido	Peso	Destino Final

**Manejo de Residuos Sanitarios**

**Tabla VI.4. Formato de bitácora de manejo de residuos sanitarios**

Bitácora de Manejo de Residuos Sanitarios			
Fecha	Mantenimiento de Baños Portátiles	Volumen	Empresa Autorizada

**Suministro de Material Pétreo**

**Tabla VI.5. Formato de bitácora de suministro de material pétreo**

Bitácora de Suministro de material pétreo				
Fecha de verificación	Tipo de Material pétreo	Volumen	Proveedor Autorizado	Protección durante el transporte

**Manejo de Contaminantes a la Atmósfera**

**Tabla VI.6. Formato de bitácora de manejo de contaminantes a la atmosfera**

<b>Bitácora de Mantenimiento de Vehículos automotores</b>			
<b>Fecha de verificación</b>	<b>Tipo de Vehículo</b>	<b>Fecha de Mantenimiento</b>	<b>Frecuencia a la obra</b>

**Bitácora General**

**Tabla VI.7. Formato de bitácora de cumplimiento de condicionantes del resolutivo**

<b>Bitácora de Cumplimiento a Condicionantes del Resolutivo</b>			
<b>Fecha de verificación</b>	<b>Numero de condicionante</b>	<b>Cumplimiento</b>	<b>Medida Correctiva</b>

3. Indicadores de seguimiento basados en criterios técnicos y/o ecológicos, medibles y verificables en tiempo y espacio, que permitan medir la eficiencia de las medidas de prevención, mitigación y compensación.

El Programa debe estructurarse de lo general a lo particular, indicando el Objetivo general y las Líneas estratégicas, entendiéndose por líneas estratégicas la agrupación de los impactos potenciales de acuerdo con su tipo, o bien al tipo de medida de mitigación. Una estrategia buscará la mitigación de cierto tipo de impactos o en ciertas zonas, por lo que se deberá indicar si existen sistemas de mitigación para un impacto o varios, o bien para determinadas zonas vulnerables.

Las medidas y acciones de mitigación deben ordenarse por estrategia e indicar el impacto potencial y la(s) medida(s) adoptada(s) en cada una de las fases (en caso de que el proyecto se realice en varios tiempos) del proyecto. Para ello se puede construir una matriz de planeación que al menos indique lo siguiente: Línea Estratégica

**Tabla VI.8. Formato de seguimiento de medidas de mitigación.**

<b>Etapas del Proyecto:</b>				
<b>Impacto al que va dirigida la acción</b>	<b>Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación</b>	<b>Tiempo en el que se instrumentará o duración</b>	<b>Recursos necesarios: costo, equipos, obras, instrumentos, etc.</b>	<b>Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia</b>

En la descripción de cada medida de mitigación, se mencionará el grado en que se estima será mitigado cada impacto adverso, tomando como referencia las normas oficiales mexicanas, normas mexicanas y otros instrumentos normativos existentes para establecer el parámetro o parámetros analizados, así como el estado original de los parámetros ambientales o recursos naturales que se verán afectados. Para lo anterior se utilizarán indicadores ambientales.

### **VI.3. Seguimiento y Control (Monitoreo)**

Se incluye una estrategia de seguimiento y control de las medidas de mitigación propuestas cuyo fin sea el asegurar el cumplimiento de las medidas correctivas indicadas.

Se comprobará el cumplimiento de las medidas de mitigación en cada una de las etapas en seguimiento a las bitácoras de monitoreo antes planteadas, realizando una matriz de cumplimiento con cada una de las variables para determinar el porcentaje de cumplimiento de dichas medidas.

En el caso de que exista algún punto crítico se plantearán medidas adicionales con la finalidad de minimizar el posible impacto detectado.

Por lo que se colaborará con la autoridad local en consejos, reuniones que organiza con la finalidad de poder detectar alguna variación en el sistema ambiental y ver de qué manera se puede contribuir en pro del sistema ambiental.

### **VI.4. Información necesaria para la fijación de Montos para Fianzas**

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), el Valor Económico Total (VET) de los recursos biológicos, es formalmente igual a la suma de todos los valores de uso directos e indirectos, más los valores de no-uso y de opción, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$VET = VUD + VUI + VO + VL + VE$$

Donde:

VUD= Valores de uso Directo. Son los beneficios que resultan, entre otros, de los usos reales, tales como alimentos, abonos y pieles, así como usos culturales o rituales.

VUI= Valores de uso indirecto. Son los beneficios derivados de las funciones del ecosistema. Por ejemplo, los servicios ambientales que provee la cobertura vegetal en un predio.

VO= Valores de opción. Se derivan del valor asignado a la protección de un activo o un bien por la opción de utilizarlo en una fecha futura. Es una especie de valor de seguro (dada la incertidumbre sobre el futuro y la aversión al riesgo) frente a la aparición de, por ejemplo, una nueva enfermedad animal o una sequía o cambio climático.

VL= Valores de Legado. Miden el beneficio que recibe un individuo a partir del conocimiento de que otros se podrán beneficiar de un recurso en el futuro.

VE= Valores de Existencia. Se derivan simplemente de la satisfacción de saber que existe un determinado activo o bien (p. ej., ballenas azules).

A continuación, se presenta la valoración económica de los recursos biológicos, de acuerdo con la metodología propuesta por la FAO, considerando todos los valores implicados en el cálculo final (VET).

**Valores de uso directo (VUD)**

a) Materias primas forestales maderables Para la estimación de éste valor, consideramos el costo de las materias primas forestales que pueden derivar del área sujeta al cambio de uso de suelo, en el supuesto de que se obtenga un beneficio por la venta de la madera (uso directo), para lo cual se consideró el volumen comercial (VC) que se obtendría de la superficie de CUSTF; así como el volumen que se obtendría de las ramas primarias para la producción de leña; y finalmente el volumen del estrato arbustivo para la producción de carbón. Así mismo, se consideraron los “Precios de productos forestales maderables” presentados en el reporte del primer semestre enero/julio de 2018, emitido por la Comisión Nacional Forestal, tal como se describe a continuación:

Madera

En la Tabla VI.9. se presentan los cálculos obtenidos del volumen comercial que se obtendría en la superficie de cambio de uso de suelo con la remoción de la vegetación arbórea, los cuales se realizaron utilizando la siguiente ecuación:

$$VC= g *hfl * ff$$

Donde:

VC= volumen comercial

g= área basal

hfl= altura del fuste limpio o altura comercial

ff= factor de forma (0.5 conforme a lo descrito en el apartado 2.6)

**Tabla VI.9. Cálculos de volumen comercial**

ESPECIES	VC/HA	VC/CUSTF
Thrinax radiata	0.00	0.00
Coccoloba uvifera	0.91	0.04
Totales	0.91	0.04

De acuerdo con los datos presentados en la tabla anterior, tenemos un volumen comercial de 0.04 m<sup>3</sup> que se obtendrían a partir de las materias primas forestales que derivarían del cambio de uso del suelo, es decir, el volumen del árbol considerando sólo el fuste limpio o comercial de los árboles (no se consideran ramas, puntas o partes dañadas). Cabe destacar que la especie *Thrinax radiata* no presentó fuste limpio, por lo que no fue posible obtener un volumen comercial para la misma.

Una vez calculado el volumen comercial de las materias primas forestales, enseguida se presentan los precios de los productos forestales maderables, de acuerdo con la CONAFOR (2018), conforme a lo siguiente (Figura VI.1):

- a) Los precios que se presentan son en pesos mexicanos y son precios promedio ponderados.
- b) Los precios en clima tropical son ponderados por el volumen de la producción forestal maderable estatal de maderas preciosas.
- c) Para el clima tropical los estados incluidos son Campeche, Quintana Roo, Tabasco y Veracruz.

OTRAS TROPICALES		
Precios Libre a Bordo para trocería por metro cúbico		
Obtenidos en:	Tipo de precio	Primario
Aserraderos	LAB en brecha	2,049.81
	LAB en aserradero	2,271.52
Predios	LAB en brecha	2,790.51
Precios Libre a Bordo en aserradero para madera aserrada por pie tabla		
Largas dimensiones		Cortas dimensiones
Selecta	Millrun	
22.18	18.20	12.74

**Figura VI.1. Precio Libre a Bordo (LAB). Sistema donde el vendedor cotiza su precio de venta en la fábrica u otro punto de producción y el comprador paga todo el precio de transporte.**

Para el caso particular del proyecto, sólo se considera el precio por metro cúbico Libre a Bordo para trozería obtenida en predio [REDACTED] por m<sup>3</sup>), ya que esta se refiere a madera en rollo (Precio Libre a Bordo en brecha del metro cúbico en predios: corresponde al precio de la trozería en el predio puesta en la brecha para ser cargada al camión); y dado que no se tiene la intención de transformar la madera en aserraderos.

Considerando todo lo antes mencionado, con un volumen comercial obtenido de 0.04 m<sup>3</sup> que se obtendrían de la superficie de CUSTF y un precio por metro cúbico Libre a Bordo para trozería obtenida en predio de [REDACTED] por m<sup>3</sup>, entonces el valor económico de los recursos biológicos forestales para la obtención de madera asciende a la cantidad de [REDACTED]

**Leña**

Se considera que las materias primas forestales que pueden ser utilizadas para la producción de leña, provienen de las ramas gruesas, brazuelos y puntas de árboles adultos. Estos componentes de un árbol corresponden, en forma general, al 16% del volumen total del árbol; sin embargo, considerando una cifra más exacta, se considerará como volumen de leña, la diferencia que resulta de restar el volumen comercial al Volumen Total Árbol del estrato arbóreo.

En la Tabla VI.10, se presentan los valores de volumen para leña obtenidos conforme a la ecuación planteada:

$$VL = VTA - VC$$

Donde:

VL= volumen de leña

VTA= volumen total árbol

VC= volumen comercial

**Tabla VI.10. Cálculos de volumen comercial**

ESPECIES	VTA/CUSTF	VC/CUSTF	VL/CUSTF
<i>Coccoloba uvifera</i>	0.15	0.04	0.11
<i>Thrinax radiata</i>	0.21	0.00	0.21
<b>Totales</b>	<b>0.36</b>	<b>0.04</b>	<b>0.32</b>

De acuerdo con los resultados presentados en la tabla anterior, y considerando que se estima que se obtendrían 0.32 m<sup>3</sup> como materias primas forestales para leña, y tomando en cuenta que, en el mercado local el metro cúbico de leña cuesta alrededor de [REDACTED] entonces el costo de los recursos biológicos

forestales para la obtención de leña asciende a la cantidad de [REDACTED]

**Carbón**

Para estimar el valor económico de los recursos biológicos forestales por la producción de carbón, se tomó en consideración el volumen total árbol calculado para las especies arbustivas que no presentaron fuste limpio, es decir, para *Thrinax radiata*, así como el valor económico del metro cúbico de carbón en el mercado local, el cual es de \$ [REDACTED] por [REDACTED] a pie de horno, considerando que un costal de 20 kilogramos se vende en [REDACTED]. Así mismo, se tomó en consideración que para fabricar una tonelada de carbón de leña se necesitan unos 6 m<sup>3</sup> de leña.

En la Tabla VI.11. se presentan los resultados del cálculo de volumen de las materias primas forestales a nivel del estrato arbustivo.

**Tabla VI.11. Volumen total árbol-estrato arbustivo**

ESPECIES	VTA/HA	VTA/CUSTF
<i>Thrinax radiata</i>	4.471	0.21
<b>Totales</b>	<b>4.471</b>	<b>0.21</b>

Como puede observarse en la tabla anterior, se calcula un volumen total árbol de 0.21 m<sup>3</sup> de materias primas forestales que pueden ser aprovechadas como carbón a nivel del estrato arbustivo, por lo tanto, considerando que para obtener una tonelada de carbón vegetal se requieren 6 m<sup>3</sup> de leña, entonces se puede obtener un total de 0.035 toneladas de carbón vegetal, con un costo de [REDACTED] por tonelada, por lo que el valor económico de los recursos biológicos forestales por la obtención de carbón, asciende a la cantidad de \$ [REDACTED]

Costo total de las materias primas forestales maderables Considerando los valores calculados en los apartados que anteceden, correspondientes al valor de madera [REDACTED] leña [REDACTED] y carbón vegetal [REDACTED] se obtiene un monto total de \$ [REDACTED] que equivale al costo de las materias primas forestales maderables que derivarían del cambio de uso de suelo.

**Materias Primas Forestales No Maderables Tierra vegetal**

En la estimación del costo de los recursos biológicos forestales del área sujeta a cambio de uso de suelo, también se consideró el valor de la tierra vegetal que se obtendría del despalme, el cual se calcula en el orden de los 1,000 m<sup>3</sup> por hectárea; considerando una

capa de tierra vegetal (sustrato con materia orgánica) de 10 cm en promedio o 0.1 m dentro del predio (100 m x 100 m x 0.1 m). Por lo tanto, considerando que en el mercado local el costo de tierra por metro cúbico es de [REDACTED] entonces el costo de la tierra vegetal que se obtendría de la superficie de CUSTF (1.56 ha x 1000 m<sup>3</sup>= 1,550 m<sup>3</sup>), asciende a la cantidad de [REDACTED]

**Plantas**

Se estima que, en la superficie de cambio de uso de suelo, existe una cantidad aproximada de 7,900 plántulas en calidad de regeneración (de acuerdo con el censo realizado), por lo tanto, si consideramos que el valor promedio de venta al mayoreo de una planta en vivero es de [REDACTED] por planta, entonces el costo de las plántulas en calidad de regeneración asciende a la cantidad de [REDACTED]

**Costo Total de las Materias Primas Forestales No Maderables**

En conclusión, se tiene que el valor económico de los recursos biológicos forestales no maderables, considerando el valor económico de la tierra vegetal [REDACTED] en calidad de regeneración [REDACTED]

**Conclusiones**

De acuerdo con el valor de uso directo de las materias primas forestales maderables [REDACTED] que se obtendrían de la superficie de CUSTF, se alcanza un gran total de \$ [REDACTED]

**Valores de Uso Indirecto (VUI):**

Para el cálculo de este valor, se utilizó la estimación del costo de los servicios ambientales que provee el ecosistema que se desarrolla en la superficie de aprovechamiento, particularmente aquellos relacionados con la captura de carbono, los servicios ambientales hidrológicos, y la protección de la biodiversidad, tal como se describe a continuación.

**Captura de Carbono**

La captación de carbono y su almacenamiento en los bosques, y al mismo tiempo la liberación de éste y su impacto en el calentamiento global, tienen un valor que excede el ámbito nacional, cuestión puesta en alto relieve por la Convención Marco del Cambio

Climático de la Naciones Unidas. Las estimaciones del almacenamiento y de la liberación de carbono dependen principalmente del tipo de bosque, del cambio en el uso del suelo, de la edad del bosque y del tipo de ecosistema (cerrado o abierto). El carbono captado y almacenado por el bosque tiene un valor ambiental positivo, mientras que su liberación a la atmósfera por el cambio de uso de suelo acarrea daños ambientales al propiciar el calentamiento atmosférico global. En la siguiente figura se presenta la estimación económica del valor de la captura de carbono por hectárea para distintos bosques, entre los cuales se encuentra el bosque tropical siempre verde, tipo de ecosistema de mayor similitud con el que se ubica en la superficie de CUSTF, pues dentro de la superficie del predio y en el área de cambio de uso de suelo fue identificada vegetación de selva mediana subperennifolia.

**Cuadro 1. Valor del depósito de carbono por hectárea (USD) (Muñoz, 1994)**

<i>Bosque templado caducifolio</i>	<i>Bosque tropical caducifolio</i>	<i>Bosque templado</i>	<i>Bosque tropical siempreverde</i>
600	1 800	3 000	3 600

**Figura VI.2. Valor del depósito de carbono por hectárea**

El proyecto que se propone implica el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, a través de la remoción de vegetación forestal correspondiente a selva mediana subperennifolia, en una superficie de 1.56 ha, de tal forma que con base en los estimados que se presentan en el cuadro anterior, a los recursos forestales del área de cambio de uso de suelo les corresponde un valor de [REDACTED] por hectárea, ya que se trata de una selva subcaducifolia (un bosque siempre verde sería una selva perennifolia), es decir, que las 1.56 ha de cambio de uso de suelo representan un valor [REDACTED] por concepto de depósitos de carbono, los cuales a un tipo de cambio aproximado de [REDACTED] [REDACTED] corresponden a [REDACTED] [REDACTED] que extrapolado a los 20 años de vida útil del proyecto, arroja un total de [REDACTED] [REDACTED]

**Servicios Ambientales Hidrológicos**

Los montos que a continuación se presentan, se obtuvieron del Componente V. Servicios ambientales, de las REGLAS de Operación del Programa Apoyos para el Desarrollo Forestal Sustentable 2019, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 26 de febrero del 2019; según las cuales se puede llegar a pagar hasta [REDACTED] por hectárea por año. Por lo tanto, la superficie de cambio de uso de suelo solicitada (1.56 ha) podría obtener un monto anual por pago de servicios ambientales hidrológicos de [REDACTED] lo que en un plazo de 50 años que es el equivalente al tiempo de vida útil del proyecto, arroja un monto total de [REDACTED]

**Protección de la Biodiversidad**

El pago por el servicio ambiental por la conservación de la biodiversidad, según las REGLAS de Operación del Programa Apoyos para el Desarrollo Forestal Sustentable 2019, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 26 de febrero del 2019, puede ser hasta de \$ [REDACTED] por hectárea por año. Por lo tanto, la superficie de cambio de uso de suelo solicitada (1.56 ha) podría obtener un monto anual por pago de servicios ambientales por la protección de la biodiversidad de [REDACTED] lo que en un plazo de 50 años que es el equivalente al tiempo de vida útil del proyecto, arroja un monto total de [REDACTED]

**Costo Total del Valor de Uso Indirecto**

En resumen, el valor total (VUI) por la prestación de los servicios ambientales del ecosistema que se desarrolla en el predio: captura de carbono [REDACTED]

**Valor de Opción (VO):**

Considerando que se trata de un concepto que deriva del valor asignado a la protección de un activo o un bien por la opción de utilizarlo en una fecha futura, para la estimación de este componente se consideró el valor farmacéutico de las especies que se encuentran presentes en la superficie de cambio de uso de suelo, tomando en cuenta que su permanencia a futuro podría derivar en la conservación de recursos farmacéuticos aún no descubiertos que pueden ser aprovechados a largo plazo. A continuación, se describe el monto de este valor.

De acuerdo con el Gobierno de México y Banco Mundial (1995), se estima que el valor farmacéutico de los recursos forestales del país podría relacionarse con valores que van desde los 26 y hasta los [REDACTED]. Dicho estudio parte de la riqueza de especies farmacéuticas relacionadas con el bosque tropical húmedo (grado de biodiversidad baja). En la siguiente figura se presentan los valores por hectárea, así como los valores totales para el bosque húmedo tropical y para todos los Bosques del país.

**Cuadro 2.** Valores farmacéuticos de cuasi-opción de los bosques mexicanos (CSERGE, 1993)

<i>Grado de biodiversidad</i>	<i>Valor para el bosque húmedo tropical (Dólares /ha / año)</i>	<i>Valor de todos los bosques Millones de dólares por año</i>
<i>Bajo</i>	1	26
<i>Medio</i>	6	332
<i>Alto</i>	90	4646

**Figura VI.3. Valor del depósito de carbono por hectárea.**

Considerando los datos de la tabla anterior y partiendo del supuesto de que el bosque húmedo tropical (ecosistema similar al que se desarrolla en el predio) con un grado de biodiversidad medio (ver capítulo IV), tiene un valor farmacéutico de 1 dólar por hectárea por año, entonces para la vegetación que se desarrolla en la superficie de cambio de uso de suelo (1.56 ha), con un valor de biodiversidad bajo, lo cual a un tipo de cambio aproximado de \$ [REDACTED], asciende a la cantidad de [REDACTED] lo que a un plazo de 50 años que equivalen al tiempo de vida útil del proyecto, arroja un total de \$ [REDACTED]

**Valor de Legado (VL):**

Es el valor que se le asigna a los recursos naturales para que las futuras generaciones tengan la oportunidad de usarlos. Para la estimación de este valor se utilizó el método de valoración contingente que consiste en averiguar los cambios en el bienestar de las personas ante cambios hipotéticos (contingente) de un bien o servicio ambiental. Este método, ha sido comúnmente empleado para obtener la valoración económica de áreas naturales que cumplen una función de recreación en la función de utilidad familiar.

El objetivo del método o modelo de valoración contingente es encontrar la valoración económica de aquellos bienes y servicios que carecen de un mercado a través de la creación de un mercado hipotético. Sin embargo, su comprensión intuitiva es mucho más sencilla que eso. Simplemente se les pregunta a los individuos por la máxima cantidad de dinero que pagarían por un bien o servicio ambiental si tuvieran que comprarlo, es decir, que la persona entrevistada se encuentra en un escenario parecido al que diariamente se enfrenta en el mercado: comprar o no una cantidad determinada de un bien a un precio dado, como hacen con los demás bienes, con la diferencia fundamental de que en esta ocasión el mercado es hipotético y, por lo general no tiene que pagar la cantidad revelada.

Visto, lo anterior, se deja de manifiesto que la aplicación del método de valoración contingente se llevó a cabo a través de una encuesta realizada a 100 personas, donde las preguntas realizadas representaron el mercado hipotético, del cual, la oferta se encontró

representada por la persona entrevistadora y la demanda por la entrevistada. El formato de la encuesta se tomó de Azqueta (1994), cuya estructura se describe como sigue:

- En la primera parte, se expuso la información acerca del bien o servicio en cuestión, de modo que el entrevistado tuvo todas las herramientas para identificar el problema a tratar.
- El segundo bloque, incluyó información respecto a las modificaciones de cantidad, que se llevarán a cabo en el bien o servicio ambiental. Dentro de este segundo bloque también se incluyó información del modo de pago, es decir, se le informó que tendrá que pagar por dicha modificación vía impuestos.
- Por último, en el tercer bloque de información, se incluyeron todos aquellos datos socioeconómicos del entrevistado que son relevantes en la toma de decisiones de valoración y que también son imprescindibles en el correcto manejo del método como: ingresos, edad, profesión, etc.

La encuesta se llevó a cabo vía correo electrónico, dado su bajo costo de operación y la inclusión de ayuda visual (gráficos, imágenes, fotos, etc.). Para la encuesta se utilizó el sistema de preguntas múltiples, de tal manera que al entrevistado le fue presentada una tabla con diferentes opciones para obtener una valoración total al final del ejercicio.

Cabe mencionar que de las 100 personas que fueron incluidas en la encuesta, sólo 65 contestaron las preguntas y enviaron de regreso sus respuestas. Del total de esta muestra se determinó la media como medida de agregación, con el supuesto de utilizarse como estimador de lo que la persona tipo estaría dispuesta a pagar para obtener una mayor cantidad o calidad de un bien.

De acuerdo con los resultados de la encuesta, realizada a una amplia gama de personas con diferentes grados de estudio y especialidades (biólogos, ingenieros forestales, ecólogos, abogados, arquitectos, etc.), se obtuvo que una persona podría aportar anualmente \$ [REDACTED] para preservar una hectárea con vegetación nativa, para que las futuras generaciones tengan la oportunidad de usarlos.

Considerando lo anterior, se estima que el valor de legado por la preservación de las 1.56 hectáreas que serían eliminadas con el CUSTF, asciende a la cantidad de [REDACTED] anuales, que, extrapolado a los 50 años de vida útil del proyecto, se obtiene un valor total de legado igual a [REDACTED]

**Valor de Existencia (VE):**

Aunque a la mayoría de las especies de flora y fauna no se les ha asignado un valor económico directo o indirecto, muchas personas desean que continúen existiendo, independientemente de su uso. A esta valoración o respeto por la vida de otros seres vivos se le denomina valor de existencia. Este valor adquiere una expresión económica a través de las donaciones realizadas por personas o instituciones para contribuir a la protección de ecosistemas o especies particulares.

Para poder estimar este valor, se utilizó la encuesta descrita en el punto número 2.7.4 del presente capítulo, pero a diferencia de esta, las preguntas estuvieron dirigidas a el caso (no mercado) hipotético de la cantidad de dinero que estaría dispuesto a donar una persona, para preservar una superficie de una hectárea con vegetación nativa, para la protección de todos los recursos naturales bióticos y abióticos que lo integran.

De acuerdo con los resultados de la encuesta, realizada a una amplia gama de personas con diferentes grados de estudio y especialidades (biólogos, ingenieros forestales, ecólogos, abogados, arquitectos, etc.), se obtuvo que una persona podría aportar anualmente \$ [REDACTED] para preservar una hectárea con vegetación nativa, independientemente del ecosistema que se trate.

Considerando lo anterior, se estima que el valor por existencia de las 1.56 hectáreas de matorral costero que podrían ser preservadas, asciende a la cantidad de \$ [REDACTED] anuales, que, extrapolado a los 50 años de vida útil del proyecto, se obtiene un valor total por existencia igual a \$ [REDACTED]

**Cálculo del valor económico total (VET)**

**Valor Económico Total (VET)**

$$\begin{aligned}
 \text{VET} &= \text{VUD} + \text{VUI} + \text{VO} + \text{VL} + \text{VE} \\
 \text{VET} &= \$814,500.00 + \$2,285.320 + \$1,277.70 + \$5,347.50 + \$4,278.00 \\
 \text{VET} &= \$195,001.31
 \end{aligned}$$

En conclusión, se estima que el valor económico total de los recursos biológicos de la superficie de cambio de uso de suelo, considerando los valores de uso (directo e indirecto) y no uso (opción, legado y existencia), asciende a la cantidad de \$3,110,723.20 (tres millones ciento diez mil setecientos veintitrés pesos 31/100 M. N.) por un plazo de 50 años equivalente al tiempo de vida útil del proyecto.

## **VII. Pronósticos Ambientales y, en su caso, Evaluación de Alternativas.**

### **VII.1. Pronóstico Ambiental**

La superficie de aprovechamiento que se solicita para este proyecto es de 15,608.79 m<sup>2</sup>, en donde se pretende construir un desarrollo habitacional con todos los servicios básicos y el equipamiento necesario en un predio privado que se localiza dentro de la zona turística de la ciudad de Playa del Carmen, Municipio de Playa del Carmen, Quintana Roo.

La microcuenca Playa del Carmen en donde se localiza el proyecto, abarca una superficie total de 124,631.69 hectáreas que comprende el área de influencia directa e indirecta del proyecto y corresponde al área donde se prevé la dispersión de los impactos ambientales de este proyecto; que incluye la ciudad de Playa del Carmen y las reservas de crecimiento urbano que se encuentran cubiertas de vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia del tipo Arbóreo y arbustivo.

Los asentamientos humanos de esta microcuenca se comunican con la red de carreteras, donde existen amplias perspectivas de desarrollo en el corto y mediano plazo, tal y como lo establecen los instrumentos de planeación vigentes. Es necesario reconocer también que aún existen grandes extensiones con vegetación de selva en proceso de recuperación dentro de las reservas de crecimiento urbano de la ciudad de Playa del Carmen.

La vegetación predominante en la microcuenca de este proyecto presenta características que corresponden con la vegetación secundaria arbórea derivada de una selva mediana subperennifolia. La selva mediana subperennifolia es el tipo de vegetación más extenso en el norte de Quintana Roo; esta comunidad vegetal se desarrolla sobre suelos jóvenes ligeramente planos y con buen drenaje, presenta los individuos de mayor talla, el mayor número de especies y el mayor número de especies protegidas en comparación con los demás tipos de vegetación de este municipio.

Las características geológicas que prevalecen en esta microcuenca lo definen como una estructura relativamente joven, de origen sedimentario con formaciones rocosas sobre las cuales se han depositado arenas y estructuras de origen orgánico marino que han dado forma a una losa caliza consolidada con fracciones en proceso de consolidación.

La porción norte de Quintana Roo donde se ubica esta microcuenca queda comprendida dentro de la Provincia Fisiográfica Plataforma de Yucatán, por lo que presenta un relieve de planicies ligeramente onduladas, con numerosas cavidades de disolución, lo que favorece el drenaje subterráneo.

Para prevenir y controlar los impactos irreversibles y/o acumulativos, que genere este proyecto por la remoción de la vegetación, se deberán respetar las disposiciones que señala el Programa de Ordenamiento Ecológico de Solidaridad, así como los parámetros establecidos por el Programa de Desarrollo Urbano vigente. Si no se aplican las medidas de prevención y mitigación planteadas los servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo, sin embargo, mediante el cumplimiento de las condicionantes establecidas en las autorizaciones ambientales correspondientes, se garantiza que el proyecto no pone en riesgo los servicios ambientales, no compromete la biodiversidad, ni ocasionara la erosión de los suelos del área de estudio.

Por las tendencias del crecimiento urbano en el área de estudio y la necesidad de dotar de servicios públicos a la población, se considera que la construcción y operación de este proyecto es una alternativa que genera mayores beneficios a la sociedad que los que proporciona este predio baldío en la actualidad.

Las presiones previstas por la expansión de la mancha urbana nos señalan que a corto plazo se presente una tendencia de incremento en el cambio de uso del suelo dentro de esta microcuenca hacia los usos urbanos como lo prevén los instrumentos de planeación vigentes, por lo que se espera en el corto y mediano plazo no existan las condiciones adecuadas para el desarrollo de poblaciones de flora y fauna silvestres que son sensibles a la presencia humana.

Además de que por su incorporación al desarrollo urbano contribuye al impulso del desarrollo socioeconómico sostenido de la misma y garantiza la dotación de servicios públicos. Finalmente podemos decir que la puesta en marcha del proyecto y una vez concluida la construcción del desarrollo habitacional, traerá consigo que en esta zona y sus alrededores se complemente la oferta de casas requerida para la creciente población de Playa del Carmen.

## **VII.2. Programa de Manejo Ambiental**

El programa de manejo ambiental, se integrará en primera instancia a través del nombramiento de un responsable ambiental, cuyas actividades incluyen precisamente la vigilancia en el cumplimiento de las condicionantes ambientales y que deberá funcionar desde al menos 2 meses antes del inicio de los trabajos y hasta el inicio de la operación del proyecto.

Dentro de sus funciones estará elaborar el Programa Calendarizado de Cumplimiento de Condicionantes y Medidas de mitigación propuestas en el presente estudio y lo dará a conocer a los responsables de cada una de las áreas en los que se divida el trabajo constructivo.

**Objetivo.**

El Programa de Vigilancia Ambiental habrá de establecer un sistema que garantice el seguimiento de variables físicas, químicas, biológicas, sociales y económicas, que indiquen cambios negativos en el comportamiento del sistema ambiental, como resultado de la ejecución de las diversas etapas del proyecto.

**Selección de variables y unidades de medición.**

Los parámetros que permitan garantizar la viabilidad del proyecto deberán ser seleccionados de acuerdo al grado de susceptibilidad que poseen con base en la significancia de los impactos generados en las diferentes etapas del proyecto, en función de la magnitud del impacto y la importancia del componente ambiental afectado. Por ello estas unidades de medición a monitorear se muestran de manera resumida en la Tabla VIII.1.

**Tabla VII.1. Variables a medir por componente ambiental para garantizar la viabilidad ambiental del proyecto.**

COMPONENTE AMBIENTAL	VARIABLE A MEDIR
Aire	Calidad, visibilidad y ruido.
Agua	Creación que favorezcan procesos de inundación.
Suelo	Perfil, drenaje vertical, erosión.
Flora	Rescate, reforestación y reubicación.
Fauna	Rescate, reubicación y traslado de ejemplares.
Paisaje	Homogeneidad e impacto visual.
Antropogénico	Pérdida del patrimonio cultural.

**Aire.**

Un adecuado seguimiento de la urbanización que promueve el proyecto, requiere de un enfoque integral que incluya el conocimiento de los factores que pueden modificar la calidad de aire. Así como determinar la futura ubicación con respecto a las áreas comerciales, habitacionales, etc., que pueden enviar productos contaminantes; mismos que impiden el cumplimiento de las normas establecidas. Por ello, de ser necesario se deberá monitorear la calidad de aire en apego a las normas:

- NOM-041-SEMARNAT-1996, que establece a los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible (gases).
- NOM-045-SEMARNAT-1996, que establece a los Vehículos automotores en circulación que usan diésel como combustible.
- NOM-047-SEMARNAT-1993, que establece a los Vehículos automotores en circulación que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural u otro combustible.

- 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; y,
- NOM-081-SEMARNAT/1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

Una consideración de importancia en este aspecto es que en la zona no existen fuentes fijas generadoras de contaminantes a la columna de aire. Por lo que estas acciones deben estar vinculadas a programas y sistemas de monitoreo que se realicen en coordinación con alguna Unidad Académica, Organismo No Gubernamental, y en caso de alguna contingencia por la contratación de una empresa responsable por parte del promovente.

### **Suelo.**

La eliminación de la cobertura vegetal suelo puede ir acompañada por el mal uso de las superficies recién abiertas, por lo que se puede promover la degradación del suelo, lo que impide el desarrollo de las estructuras de los horizontes superficiales del mismo y los hace más susceptibles a la erosión y degradación.

Debido a los riesgos existentes de que en el suelo se presente la acumulación de sustancias nocivas y restos de combustibles, producto de derrames accidentales derivados de la infraestructura a implementar, debe monitorearse periódicamente el recurso y prevenir su contaminación.

En las áreas de almacenamiento temporal de materiales deberán instalarse sistemas de contención con una capacidad similar a la almacenada, contando con los procedimientos de seguridad correspondientes para su inspección y mantenimiento. Deberá elaborarse una Bitácora de registro para las entradas y salidas de combustible y cuando se determinen pérdidas en el nivel acopiado, se contemplará realizar muestreos en el suelo para descartar su probable contaminación. El procedimiento de muestreo, selección de muestras, manejo y análisis deberá realizarse conforme a los establecidos en la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003. El promovente del proyecto deberá contratar a una empresa certificada para la toma de muestras y el análisis de las mismas.

Otro sitio de riesgo de contaminación del suelo es el área de almacenamiento de los residuos sólidos, mismos que tendrán su destino final el relleno sanitario de la ciudad de Playa del Carmen o el sitio que la autoridad competente destine para ello. En este caso, se deberá establecer un programa de traslado de desechos para su disposición adecuada, que a la vez permita mantener limpia las áreas de maniobra y en los alrededores de la bodega de materiales.

**Flora.**

Se llevarán a cabo los Programas de Rescate y Reforestación de especies dentro del predio en las diferentes etapas correspondientes del proyecto, estableciendo un sistema de monitoreo de sobrevivencia y establecimiento de los ejemplares sujetos a manejo. Este programa se podría realizar en coordinación con alguna Unidad Académica u Organismo gubernamental, o bien, por la contratación de una empresa responsable por parte del promovente.

**Fauna.**

Se contempla el rescate, traslado y reubicación de especies de fauna silvestre durante las distintas etapas del proyecto. Posteriormente y de acuerdo a las necesidades se podrá llevar a cabo un sistema de monitoreo de las poblaciones de fauna, para conocer el estado en que se encuentran. Este programa se podría realizar en coordinación con alguna Unidad Académica u Organismo gubernamental; o bien, por la contratación de una empresa responsable por parte del promovente.

**Antropogénico.**

Uno de los principales impactos que se generarán por la ejecución de proyecto, será en el ámbito social. Por lo que se deberán abordar aspectos generales como son:

- Cualquier incidente que involucre las instalaciones será responsabilidad del promovente del proyecto.
- Para ello, todas las contingencias que se susciten en la zona deberán ser atendidas y reportadas a la Dirección de Protección Civil Municipal, la Cruz Roja Mexicana, el H. Cuerpos de Bomberos, etc.
- En la zona existe la susceptibilidad de la manifestación de fenómenos hidrometeorológicos (huracanes), por lo que la empresa deberá colaborar con las acciones dictaminadas a través de la Dirección de Protección Civil.
- De igual forma se recomienda que las instalaciones eléctricas, de comunicación e hidráulicas sean subterráneas y de materiales flexibles y completamente aislados para evitar el corte del suministro ante una contingencia ambiental.
- Las instalaciones deberán contar con vigilancia administrada a través de la Dirección de Seguridad Pública Municipal.

**VII.3. Seguimiento y control**

Este programa estará sujeto a modificación, de acuerdo al resolutivo ambiental que se genere por concepto de su autorización del proyecto. Por ello de manera general, las actividades se han referido a un periodo de trabajo de anualizado (Tabla VII.2).

**Tabla VII.2. Aplicación del Programa de Manejo Ambiental.**

ACTIVIDADES	MESES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Monitoreo de la calidad del aire.	En caso de la manifestación de alguna contingencia.											
Monitoreo de la calidad del suelo	En caso de identificación de derrames accidentales.											
Mantener una comunicación abierta y permanente con las autoridades municipales para prevenir y combatir inundaciones por precipitaciones extremas.	En caso de identificación de situaciones particulares											
Rescate y reubicación de flora silvestre.	X	X	X	X								
Rescate de fauna silvestre.	X	X	X	X								
Traslado y reubicación de fauna silvestre.	X	X										
Traslado de residuos sólidos.		X		X		X		X		X		X
Monitoreo ambiental.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Reforestación.	Rutinario y Conforme al avance de la obra											

- Lineamientos a considerar dentro del Programa de Manejo Ambiental.

Los lineamientos generales sobre los que trabajará el equipo de protección ambiental, son los siguientes:

- a) Se establecerá un amplio contacto con los responsables de área, estableciendo reuniones de trabajo cada mes en los cuales se considerará como punto de partida, el avance de las actividades con respecto al Programa Calendarizado.
- b) Se elaborarán cursos de capacitación en donde los contenidos tengan relación con la importancia ecológica de la zona, así como las actividades que se deben desarrollar para reducir los impactos ambientales inherentes al proyecto.
- c) Se diseñará un Reglamento de Protección Ambiental, el cual defina las obligaciones del constructor y del personal en relación a la protección de los ecosistemas. Este reglamento incluirá los siguientes rubros:
  - Disposiciones generales.
  - Aguas residuales.
  - Residuos sólidos.

- Contaminantes a la atmósfera.
- Protección de flora y fauna silvestre.

Sanciones.

- d) Se generará un procedimiento ambiental para la vigilancia que incluya la elaboración de memorandos, circulares y oficios que permitan dar a conocer los resultados de la supervisión efectuada.
- e) Se presentarán informes a las autoridades ambientales de acuerdo a lo que sea solicitado en los respectivos oficios de cumplimiento.

## **VIII. Identificación de los Instrumentos Metodológicos y Elementos Técnicos que Sustentan la Información Señalada en las Fracciones Anteriores**

### **VIII.I Presentación de la información**

Para el Proyecto "Residence Paradise", de acuerdo con el artículo 19 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, se entregará un ejemplar impreso de la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular (MIA-P) y 2 en archivo electrónico. De los cuales el documento impreso y con su copia en archivo electrónico serán los utilizados en la evaluación y el archivo electrónico restante será utilizado para Consulta Pública, en cuyo caso se eliminará la información confidencial. Asimismo la MIA-P, deberá incluir en el archivo electrónico, las imágenes, planos e información que complementa el estudio.

### **VIII.2 Cartografía**

La cartografía de la Manifestación de Impacto Ambiental, se presenta en los anexos de la misma.

### **VIII.3 Planos**

Los planos arquitectónicos, y de levantamiento topográfico, se presentan anexos a la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

### **VIII.4 Fotografías**

La evidencia fotográfica recabada, se presenta a través de los capítulos del presente documento.

### **VIII.5 Otros Anexos**

#### Documentación Legal

1. Acta Constitutiva "NAJ Desarrollos S.A. de C.V." (Escritura Pública 4664, Volumen Vigésimo Tercero Tomo "A" Folio 22057 de fecha 20 de Julio de 2022.
2. Acreditación Predio Lote 035-1, Mza 001 (Escritura Pública 9,824, Volumen 129, Tomo "B", Fecha 21 de Diciembre de 2023).
3. CIF "NAJ Desarrollos S.A. de C.V."
4. Identificación Oficial Eduardo Ruíz López
5. CURP Eduardo Ruíz López
6. Cédula Catastral Rancho El Gallero

Programas

- Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre.
- Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre
- Programa de Manejo de Residuos Sólidos y Líquidos

**VIII.6 Bibliografía**

Cabrera C.E., Sousa S.M. y Téllez V.O. 1982. Imágenes de la Flora Quintanarroense.

Challenger A. 1999. Seminario, introducción a los servicios ambientales, INE-SEMARNAT

CONAGUA, Estadísticas del Agua en México. Edición 2010

CONAGUA Estadísticas del agua en México, Edición 2011

Cabrera E., 1997. Boletín 17. Revista Amigos de Sian Ka'an.

Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 11 de Abril de 2022.

Flores J.S. y I. Espejel Carvajal. 1994. Etnoflora Yucatanense. Tipos de vegetación de la Península de Yucatán. Universidad autónoma de Yucatán Sostenibilidad Maya.

Gallina S. Tessaro, & López-González C. (2011). Manual de Técnicas para el Estudio de la Fauna (Universidad Autónoma de Querétaro-Instituto de Ecología A.C., Vol. I). Querétaro, México, 377pp.

Gates E. CH. 1983. Line Transect and Related Issues. Institute of statics Texas A&M University College Station, Texas, USA.

García, E.1981. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. 3ª Ed. Instituto de Geografía. UNAM., México, D. F.

Gómez Orea, D. (2002). Evaluación de Impacto Ambiental. Edición Mundi-Prensa. Madrid, España. p.p. 749.

INEGI 2002 Estudios hidrológicos del estado de Quintana Roo México D.F.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (México). Anuario Estadístico de Quintana Roo, 2010/ INEGI, Gobierno del Estado de Quintana Roo.

Instituto de Hidrología de España, & UNESCO. (1981). Métodos de cálculo del balance hídrico. Guía internacional de investigación y métodos (Sokolov A.A. y Chapman T.G.).

Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo  
Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 26 de Abril de 2021.

Ley General de Vida Silvestre, Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 3 de julio de 2000.

Ley General de Vida Silvestre. Última reforma Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de abril de 2010.

Martínez, M. Mario. 2005. Estimación de la Erosión del Suelo. SAGARPA-INCA Rural-CP. 30 pp.

Miranda, F. y E. Hernández X. 1958. Los Tipos de Vegetación de México y su clasificación. Boletín de la Sociedad Botánica de México 28:29-179.

Miranda, F. 1959. La vegetación de la Península Yucateca. En. Los recursos naturales del sureste y su aprovechamiento. Tomo II. IMERNAR, México, D.F. p.p. 215-271.

Mostacedo, B., & Fredericksen, T. S. (2000). Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Santa Cruz, Bolivia.

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.

Norma Oficial Mexicana 059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental- Especies nativas de México de flora y fauna silvestres – categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión o cambio – lista de especies en riesgo. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de marzo de 2002.

Pennington T.D., y Sarukhán, J.1963. Árboles Tropicales de México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. México. 413 p.p.

Pennington, T.D., Sarukhán, J. 2005. Árboles Tropicales de México, Manual para la identificación de las principales especies. Tercera Edición. Ediciones Científicas Universitarias UNAM. 523 p.p.

Pérez et.al. 2005, Germinación y sobrevivencia de semillas de *Thrinax radiata*, Boletín de la Sociedad Botánica de México, 9-20 p.p.

Perspectiva Estadística Quintana Roo, Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2011.

Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, México, publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo, el 22 de Abril de 2009.

Quero J. Hermilo 1992 Las palmas silvestres de la Península de Yucatán. Instituto de Biología México D. F. p.p. 63.

Ralph, J., C. y J.S. Michael (Editors). 1981. Estimating Numbers of Terrestrial Birds Studies in Avian Biology No .6 .Department of Biology New Mexico State University Las Cruces, New Mexico.

Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 09 de diciembre de 2020.

Rzedowski, J. 1979. La vegetación de México. Ed. LIMUSA.

Reuter, M., C. Schulz y C. Marrufo. 1998. Manual Técnico Forestal, Información básica, métodos y procedimientos. Acuerdo México – Alemania.

Schosinsky Gunther, Losilla Marcelino. Modelo Analítico para determinar la infiltración con base en la lluvia mensual. Revista Geológica de América Central, 23: 43-55, 2000.

Semarnat-Cecadesu-Hombre Naturaleza, A.C., 2003. Introducción a los Servicios Ambientales. Cruzada por los Bosques y el Agua. 71 pp.

SEMARNAT, Biodiversidad conocer para conservar; 2011.

Sosa V., J. S. Flores, V. Rico Gray, R. Lira, J. Ortiz, 1985. Etnoflora Yucatanense. Lista Florística y Sinonimia Maya. p.p. 225.

[http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe\\_04/07\\_agua/cap7\\_2.html](http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_04/07_agua/cap7_2.html)

Comisión Nacional Forestal | Gobierno | gob.mx. (s/f). Recuperado el 6 de abril de 2017, a partir de <http://www.gob.mx/conafor>

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad | Gobierno | gob.mx. (s/f). Recuperado el 6 de abril de 2017, a partir de <https://www.gob.mx/conabio>

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático | Gobierno | gob.mx. (s/f). Recuperado el 6 de abril de 2017, a partir de <http://www.gob.mx/inecc>

Vulnerabilidad del agua en el Estado de Quintana Roo. (2013, marzo 12). Recuperado a partir de <https://tecnoceano.wordpress.com/2013/03/12/vulnerabilidad-del-agua-en-el-estado-de-quintana-roo/>